

**BIOSORPSI KADMIUM (Cd) PADA SERAT SABUT KELAPA
HIJAU (*Cocos nucifera*) TERAKTIVASI NATRIUM
HIDROKSIDA (NaOH)**



Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Sains
Jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

Oleh
YUNIATI UDIN
60500109026

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR
2015**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yuniati udin
NIM : 60500109026
Tempat/Tgl. Lahir : Raha/23 November 1990
Jurusan : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Alamat : Jl. Abd. Daeng Sirua (Paropo 2) No. 6
Judul : Biosorpsi Kadmium (Cd) pada Serat Sabut Kelapa Hijau
(*Cocos nucifera*) Teraktivasi dengan Metode AAS

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa ia merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau di buat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Samata-Gowa, September 2015

Penyusun

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR


Yuniati Udin
Nim: 60500109026

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “Biosorpsi Kadmium (Cd) pada Serat Sabut Kelapa Hijau (*Cocos nucifera*) Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH)”, yang disusun oleh Yuniati Udin, NIM: 60500109026, mahasiswa Jurusan Kimia pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah yang diselenggarakan pada hari kamis, tanggal 3 September 2015 bertepatan tanggal 19 Dzulko’dah 1436 H, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dalam Ilmu Sains dan Teknologi, Jurusan Kimia.

Samata-Gowa, 3 september 2015 M
19 Dzulko’dah 1436 H

DEWAN PENGUJI

Ketua	: Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag	(.....)
Sekretaris	: Dr. Ir. Andi Suarda, M.Si	(.....)
Munaqisy I	: Aisyah, S.Si., M.Si	(.....)
Munaqisy II	: Maswati Baharuddin, S.Si., M.Si.	(.....)
Munaqisy III	: Dr. Syaharuddin, M.Ag.	(.....)
Pembimbing I	: Syamsidar HS, S.T., M.Si	(.....)
Pembimbing II	: H. Asri Saleh, S.T., M.Si	(.....)

Diketahui oleh:

✓ Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar,


Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag.
NIP. 19691205 199303 1 001

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu alaikum Wr.Wb

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat, taufiq dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul “Biosorpsi Kadmium (Cd) pada Serat Sabut Kelapa Hijau (*Cococs Nucifera*) Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH)”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu bentuk pertanggungjawaban tertulis selama pelaksanaan penelitian yang berlangsung sejak November 2014.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan penyusunan Skripsi ini tidak pernah lepas dari bimbingan, arahan, bantuan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karenanya, melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Musafir Pababbari, M.Si Rektor UIN Alauddin Makassar.
2. Bapak Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar
3. Ibu Sjamsiah, S.Si, M.Si., PhD. selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar
4. Aisyah, S.Si., M.Si selaku penasehat akademik yang senantiasa memberi arahan dan masukan untuk pemilihan mata kuliah yang akan diprogram.
5. Ibu Syamsidar HS, ST., M.Si selaku pembimbing I dan Bapak H. Asri Saleh, ST., M.Si selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu, memberikan arahan, masukan dan saran untuk menyempurnakan skripsi ini. Terima kasih karena sangat membantu dalam penyelesaian skripsi ini dan atas

segala Ilmu yang telah ibu dan bapak berikan. Semoga Allah Swt membalas jasa Bapak dan Ibu.

6. Ibu Aisyah, S.Si., M.Si selaku penguji I dan Ibu Maswati Baharuddin, S.Si., M.Si selaku penguji II, terimakasih untuk arahan dan masukan yang diberikan dalam proses penyempurnaan skripsi ini.
7. Seluruh Staf pengajar Fakultas sains dan Teknologi dan khususnya Dosen Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar. Terima kasih telah mengajarkan banyak hal dan bimbingan selama penulis menempuh jenjang perkuliahan.
8. Kak Musyawwirah Baharuddin, S.Pd selaku Staf Jurusan Kimia dan para Laboran Jurusan Kimia Andi Nurahma, S.Si., Awaluddin IP, S.Si., Ahmad Yani, S.Si., Ismawanti, S.Si, dan kepada Fitria Azis, S.Si, S.Pd. yang telah memberi nasehat dan motivasi kepada penulis.
9. Kepada kedua orang tua Udin dan Nuriati penulis mengucapkan terima kasih atas ketulusan dalam memberikan kasih sayang, bimbingan, arahan, dukungan dan do'a. Bagiku surga dunia yang tiada kira nikmatnya, engkau tanamkan benih keimanan, kau siram dan pupuk dengan ketakwaan dan engkau belai dengan ahlakul karimah, semoga Allah selalu menaungi jalan kalian berdua dan jannah sebagai balasannya.
10. Suami tercinta Achmad Riadi terima kasih atas do'a, kasih sayang dan perhatiannya serta nasihat dan motivasi yang telah diberikan selama ini. Tak lupa kepada ke tiga adikku Yunus Rahmat Udin, Muhlis Febrianto dan Nuraini Rahmadani, Keluarga Besar penulis yang sangat saya cinta dan sayangi. Terima kasih atas do'a dan dukungannya.

11. Keluarga besar Kimia Sains 2009 (Chemteners) semuanya tanpa terkecuali, serta angkatan 2010, 2011 dan yang lainnya, terima kasih atas kebersamaan selama ini dari kalian saya belajar tentang banyak hal.
12. Kepada keluarga besar jurusan Kimia Fak. Sains dan Teknologi, terima kasih atas dukungannya selama ini.
13. Kepada semua pihak yang telah berpartisipasi menyelesaikan tulisan ini mulai sejak awal hingga akhir. Semoga Allah membalas dengan balasan setimpal

Penulis berharap dan berdo'a semoga bantuan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan imbalan yang setimpal dari Allah SWT. Semoga karya tulis ini dapat bermanfaat semua pihak dan dapat bernilai ibadah di sisi-Nya. Amin ya Rabbal Alamin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

Samata-Gowa, September 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1-6
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7-34
A. Tinjauan Umum Buah Kelapa (<i>Cocos Nucivera</i>)	7
B. Serat Sabut Kelapa	8
C. Pencemaran Lingkungan.....	16
D. Adsorpsi	24
E. Spektrofotometer Serapan Atom.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	35-38

A. Waktu dan Tempat Penelitian	35
B. Alat dan bahan	35
C. Prosedur Kerja.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39-50
A. Penentuan Variasi Konsentrasi Aktivasi dengan Menggunakan Basa NaOH	39
B. Penentuan pH Optimum oleh Biosorben (Serat Sabut Kelapa Hijau)	43
C. Penentuan waktu optimum oleh Biosorben (Serat Sabut Kelapa Hijau)	45
D. Penentuan kapasitas Adsorpsi oleh Biosorben (Serat Sabut Kelapa Hijau)	47
BAB V PENUTUP.....	51-52
A. Kesimpulan	51
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kelapa hijau.....	7
Gambar 2.2 Sabut kelapa.....	9
Gambar 2.3 Selulosa.....	12
Gambar 2.4 Selulosa dan logam Cd dalam membentuk khelat selulosa.....	14
Gambar 2.5 Lignin	15
Gambar 2.6 Spektrofotomer Serapan Atom.....	29
Gambar 2.7 Komponen optik Spektrofotometer serapan atom.....	31
Gambar 4.1 Grafik hubungan antara jumlah penyerapan Cd terhadap variasi konsentrasi aktivasi NaOH.....	40
Gambar 4.2 Grafik Hubungan antara variasi pH dengan efektifitas adsorpsi biosorben serat sabut kelapa hijau terhadap Cd.....	43
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara variasi waktu kontak biosorben serat sabut kelapa hijau terhadap daya adsorpsi Cd.....	46
Gambar 4.4 Grafik hubungan variasi konsentrasi (mg/L) terhadap kapasitas biosorpsi (mg/g).....	58
Gambar 4.5 mekanisme reaksi pengkhelatan antara selulosa dan Cd.....	50

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Komposisi serat sabut kelapa.....	10
---	----



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Prosedur Penelitian	57
Lampiran 2. Bagan Kerja.....	58
Lampiran 3. Analisa Data	64
Lampiran 4. Penentuan Nilai Aktivasi.....	67
Lampiran 5. Analisa data	68
Lampiran 6. Data absorbansi dengan Variasi pH.....	71
Lampiran 7. Data Absorbansi dengan Variasi waktu kontak.....	72
Lampiran 8. Analisa data.....	73
Lampiran 9. Data Kapasitas Biosorpsi Cd oleh Serat Sabut Kelapa Hijau teraktivasi.....	76
Lampiran 10. Perhitungan Pembuatan Larutan.....	77
Lampiran 11. Dokumentasi Penelitian.....	81

ALA UDDIN

M A K A S S A R

ABSTRAK

Nama : Yuniati Udin

Nim : 60500109026

Judul : Biosorpsi Cadmium (Cd) pada Serat Sabut Kelapa Hijau (*Cocos nucifera*) Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH)

Berbagai kegiatan manusia sangat berpotensi menghasilkan limbah logam berat. Limbah tersebut jika tidak diolah dengan baik akan menimbulkan pencemaran lingkungan serta dapat meracuni makhluk hidup termasuk manusia. Penggunaan biosorben memiliki beberapa keunggulan, diantaranya biaya yang relatif murah serta mudah diperoleh

Penggunaan serat sabut kelapa sebagai biosorben merupakan salah satu pemanfaatan limbah yang baik untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Telah dilakukan penelitian biosorpsi kadmium (Cd) pada biosorben serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) teraktivasi NaOH. Penelitian ini meliputi penentuan konsentrasi optimum basa untuk aktivasi biosorben, penentuan pH optimum, penentuan waktu optimum dan kapasitas biosorpsi dengan menggunakan alat spektrofotometer serapan atom (SSA).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi tertinggi NaOH untuk aktivasi biosorben adalah 1,8 M yaitu 11,2310 mg/L. pH tertinggi yang digunakan oleh biosorben teraktivasi adalah pH 2 yaitu 19,6 mg/L, penentuan waktu tertinggi yang diperlukan untuk mengadsorpsi Cd adalah 30 menit yaitu 14,7941 mg/L, sedangkan kapasitas biosorpsi tertinggi yaitu pada konsentrasi 70 ppm yaitu 32,2882 mg/L. Berdasarkan hasil yang diperoleh bahwa serat sabut kelapa hijau yang telah teraktivasi dapat digunakan sebagai penyerap logam yang cukup baik, sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan terutama dalam perairan.

Kata kunci: Serat sabut kelapa hijau, kadmium (Cd), Biosorben teraktivasi NaOH

ABSTRAK

Name : Yuniati Udin

Nim : 60500109026

Title : Biosorption Cadmium (Cd) Green Coconut Husk Fibers (*cocos nucifera*) Activated Sodium Hydroxide (NaOH)

Sharing of human activities are potentially generating heavy metal waste. Such a waste if it is not in the sapor properly will cause environmental pollution and poisoning of living beings including humans. use biosorbent has several advantages, including cost arelatively cheap and easy to get.

Use coir fiber as biosorbent is one of the good waste utilization to reduce environmental pollution. Research has been carried out biosorpsi cadmium (Cd) on green coir fibers biosorben (*Cocos nucifera*) activated NaOH. This research includes the determination of the concentration base for activation biosorben pH, determination of optimum, determining of optimum and capacity time biosorption with the use of tools atomic absorption spectrophotometer (AAS).

Results of the study have showed that the highest concentrations of NaOH for activation biosorbent 1,8 M is 11,2310 mg/L. The highest pH used by the biosorbent activated by pH 2 is 19,6 mg/L, timing in the highest need for adsorb Cd is 30 minutes is 14,7941 mg/L, while the capacity of the highest biosorpsi at concentration of 70 ppm that is 32,2882 mg/L. Based on the results obtained that the green coconut fiber that has been activated can be used as metal absorbent good, so as to reduce environmental pollution, especially in the waters.

Keywords: green coconut husk fiber, cadmium (Cd), biosorbent activated NaOH

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Aktivitas kehidupan manusia yang sangat tinggi ternyata telah menimbulkan bermacam-macam efek yang buruk bagi kehidupan manusia dan tata lingkungan hidup. Akibatnya akan terjadi pergeseran keseimbangan dalam tata lingkungan ke bentuk baru yang cenderung lebih buruk. Kecenderungan pencemaran terutama sejak perang dunia kedua mengarah kepada dua hal yaitu, pembuangan senyawa kimia tertentu yang makin meningkat terutama akibat kegiatan industri dan transportasi serta yang lainnya akibat penggunaan berbagai produk bahan-bahan berbahaya.

Logam berat adalah bahan kimia yang sangat berbahaya jika terdapat dalam tubuh manusia. Logam berat di air atau air limbah dengan konsentrasi melebihi ambang batas dapat memberikan dampak negatif bagi siklus biologi yang normal di lingkungan baik pada manusia maupun makhluk hidup lainnya. Diantara ion logam pencemar lingkungan yang berbahaya dan bersifat toksik yaitu Cadmium (Cd), Timbal (Pb), Seng (Zn), Merkuri (Hg), Tembaga (Cu), dan Besi (Fe).¹

Dampak negatif yang langsung dirasakan oleh manusia akibat terpapar oleh logam berat antara lain gangguan kesehatan dan keracunan seperti gangguan fungsi syaraf, perubahan komposisi darah, kelainan pada jantung, paru-paru hingga dapat

¹Fransiska Sri Herwahyu Krismastuti, Harry Budiman dan Achmad Hanafi Setiawan, "Adsorpsi Ion Logam Cadmium Dengan Silika Modifikasi, (Laporan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia 2008), h. 1

menyebabkan kematian.² Berkaitan dengan hal tersebut, maka keberadaan logam berat di air dan di lingkungan harus dihilangkan. Berbagai metode telah dikembangkan untuk menurunkan kandungan logam di lingkungan khususnya logam kadmium (Cd). Salah satu metode yang dilakukan adalah adsorpsi. Pada proses adsorpsi terjadi penyerapan molekul-molekul gas atau cairan pada permukaan sorben.³

Penggunaan sorben dari bahan organik (biosorben) akhir-akhir ini sangat banyak dikembangkan. Biosorben mempunyai keunggulan untuk mengatasi logam berbahaya dan beracun di lingkungan karena harganya yang relatif murah, mudah didapat, dapat diperbaharui serta sifatnya yang ramah lingkungan. Salah satunya adalah biosorben yang berasal dari serat sabut kelapa hijau.⁴

Serat sabut kelapa hijau sangat berpotensi sebagai biosorben karena mengandung gugus hidroksil (-OH) serta lignin yang mengandung asam phenolat yang ikut berperan dalam pengikatan logam. selulosa dan lignin merupakan biopolimer yang berhubungan dengan proses pemisahan logam-logam berat (Pino, *et al*, 2005).⁵

²I Wayan Sudiarta dan Dwi Ariani Yulihastuti, Biosorpsi Kromium (VI) pada Serat Sabut Kelapa Hijau (*Cocos Nucifera*), Jurnal Kimia 4 (2), (2010): h. 158-166.

³I Wayan Sudiarta dan Dwi Ariani Yulihastuti, Biosorpsi Kromium (VI) pada Serat Sabut Kelapa Hijau (*Cocos Nucifera*), h. 159.

⁴I Wayan Sudiarta dan Dwi Ariani Yulihastuti, Biosorpsi Kromium (VI) pada Serat Sabut Kelapa Hijau (*Cocos Nucifera*), h. 159.

⁵I wayan Sudiarta dan Emmy Sahara, Biosorpsi Cr (III) pada Biosorben Serat Sabut Kelapa Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH) , Jurnal Kimia 5 (2), (2011): h. 133.

Dalam Al-Qur'an disebutkan bahwa Allah SWT telah memberikan nikmat kepada manusia dengan menciptakan berbagai macam tumbuhan. Sesuai dengan firman-Nya dalam surah Al-an'am 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ ۚ انْظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴿٩٩﴾

Terjemahnya:

dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan Maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau. Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang korma mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. perhatikanlah buahnya di waktu pohonnya berbuah dan (perhatikan pulalah) kematangannya. Sesungguhnya pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman. (Q.S Al-An'am 99)⁶

Ayat di atas menunjukkan bahwa ciptaan Allah SWT beraneka ragam keunikan dan manfaatnya. Bahkan banyak di antaranya belum dikenal atau tidak diketahui sama sekali oleh manusia. Secara tidak langsung ilmu pengetahuan dan teknologi membuka pintu pemahaman lebih luas akan makna ayat-ayat Al-Qur'an yang sebelumnya tidak dipahami secara mendalam.⁷

Seperti yang telah di ketahui bahwa buah kelapa sangat bermanfaat bagi manusia maupun makhluk hidup lainnya. Serat sabut kelapa merupakan bagian dari

⁶Departemen Agama Republik Indonesia, *Al-Quran dan Terjemahnya*, (Bandung: Diponegoro, 2008): h. 140.

⁷Susi Nurul Khalifah, Studi Keseimbangan Adsorpsi Merkuri (II) Pada Biomassa Daun Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang Diimobilisasi Pada Matriks Polisilikat, *Skripsi* (Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang 2007), h. 40.

buah kelapa yang merupakan lapisan kulit dari buah kelapa, dimana sabut kelapa dapat digunakan sebagai bahan yang dapat mengurangi terjadinya pencemaran lingkungan. Sebagai orang yang beriman dan berfikir kita harus dapat memanfaatkan dan menjaga semua yang Allah SWT ciptakan dengan sebaik-baiknya.

Untuk memperoleh biosorben dengan kemampuan biosorpsi yang lebih tinggi perlu dilakukan pengaktifan dengan menggunakan basa (Massel, 1996).⁸ Aktivasi ini bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan spesifiknya dan situs aktifnya. Perlakuan aktivasi dengan menggunakan Natrium Hidroksida (NaOH) menyebabkan pengotor yang terdapat dalam serat sabut kelapa hijau akan larut sehingga pori menjadi lebih terbuka yang memungkinkan peningkatan luas permukaan spesifiknya.⁹

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Goksungup, dkk (2002), menunjukkan bahwa perlakuan awal biomassa dengan menggunakan basa NaOH 1 M mempunyai daya serap tinggi dibandingkan dengan perlakuan awal dengan cara pemanasan atau biomassa tanpa perlakuan awal apapun. Biomassa dengan perlakuan awal menggunakan basa NaOH 1 M dapat menyerap logam Cu^{2+} sebesar 21,1 mg/g,

⁸I Wayan Sudiarta, dkk, Biosorpsi Cr (III) pada Biosorben Serat sabut kelapa teraktivasi amonium Hidroksida (NH_4OH), *Jurnal Kimia*, jurusan Biologi FMIPA (Universitas Udayana: Bali, 2011): h. 56.

⁹I Wayan Sudiarta, dkk, Biosorpsi Cr (III) pada Biosorben Serat sabut kelapa teraktivasi amonium Hidroksida (NH_4OH), h. 57.

sedangkan dengan pemanasan dan tanpa perlakuan awal daya serap yang diperoleh yaitu 5,2 mg/g.¹⁰

Salah satu alat yang dapat digunakan sebagai pendeteksi biosorpsi logam yaitu Spektrometri Serapan Atom (SSA) yang merupakan suatu metode analisis untuk penentuan unsur-unsur logam yang berdasarkan pada penyerapan (absorpsi) radiasi oleh atom-atom bebas. Metode ini sangat tepat dan mempunyai sensitivitas tinggi karena dapat menganalisis zat pada konsentrasi rendah.¹¹

Berdasarkan latar belakang dan ayat diatas, maka peneliti tertarik untuk mengkaji serat sabut kelapa hijau terhadap kemampuannya dalam penyerapan logam kadmium (Cd) di perairan yang tercemar.

B. Rumusan Masalah

1. Berapa nilai aktivasi optimum biosorpsi serat sabut kelapa hijau teraktivasi dalam penyerapan logam Cd?
2. Berapa nilai pH optimum biosorpsi serat sabut kelapa hijau teraktivasi dalam penyerapan logam Cd?
3. Berapa waktu kontak optimum serat sabut kelapa hijau teraktivasi dalam penyerapan logam Cd?
4. Berapa nilai kapasitas biosorpsi serat sabut kelapa hijau teraktivasi dalam penyerapan logam kadmium (Cd)?

¹⁰I wayan Sudiarta dan Emmy Sahara, Biosorpsi Cr (III) pada Biosorben Serat Sabut Kelapa Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH), Jurnal Kimia 5 (2), (2011): h. 133.

¹¹Khopkar, “*Konsep Dasar Kimia Analitik*” (Jakarta: UI-Press, 2003): h. 274.

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui nilai aktivasi optimum pada proses penyerapan logam Cd oleh serat sabut kelapa hijau teraktivasi.
2. Untuk mengetahui pH optimum pada proses penyerapan logam Cd oleh serat sabut kelapa hijau teraktivasi.
3. Untuk mengetahui waktu kontak optimum pada proses penyerapan oleh serat sabut kelapa hijau teraktivasi.
4. Untuk menentukan nilai kapasitas biosorpsi optimum serat sabut kelapa hijau teraktivasi dalam penyerapan logam kadmium (Cd).

D. Manfaat Penelitian

1. Sebagai bahan referensi tambahan bagi peneliti lain yang ingin melakukan penelitian lebih lanjut mengenai biomassa serat sabut kelapa hijau untuk mengurangi pencemaran logam lainnya dilingkungan.
2. Dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang kemampuan biosorben serat sabut kelapa hijau yang teraktivasi dalam menyerap logam.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Buah Kelapa (Cocos nucifera)

1. Morfologi Kelapa Hijau (*Cocos nucifera*)

Kelapa (*Cocos nucifera*) adalah anggota tunggal dalam marga *Cocos* dari suku aren-arenan atau *Arecaceae*. Tumbuhan ini dimanfaatkan hampir semua bagiannya oleh manusia sehingga dianggap sebagai tumbuhan serbaguna, terutama bagi masyarakat pesisir. Kelapa yang terdiri dari akar, batang, daun, buah semua memiliki keutamaan masing-masing baik sebagai bahan konsumsi maupun sebagai bahan dasar pembuatan kerajinan tangan.¹² Salah satu yang bermanfaat yaitu bagian serat dari sabut kelapa.



Gambar 2.1. Kelapa Hijau

(Sumber: <https://www.google.co.id>)

¹²Wahyudi, Pengaruh Varietas dan Umur kelapa (*Cocos Nucifera*) Terhadap, Tebal, Berat dan Kadar Serat nata De Coco, h. 9.

2. Taksonomi Kelapa Hijau (*Cocos nucifera*)

Kedudukan pohon kelapa hijau (*Cocos nucifera* L) varietas *Viridis* dalam tata nama atau taksonomi tumbuhan adalah sebagai berikut:¹³

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Ordo	: Arecales
Famili	: Arecaceae
Bangsa	: Cocoeae
Genus	: Cocos
Spesies	: Cocos nucifera

B. Serat Sabut Kelapa Hijau (*Cocos nucifera*)

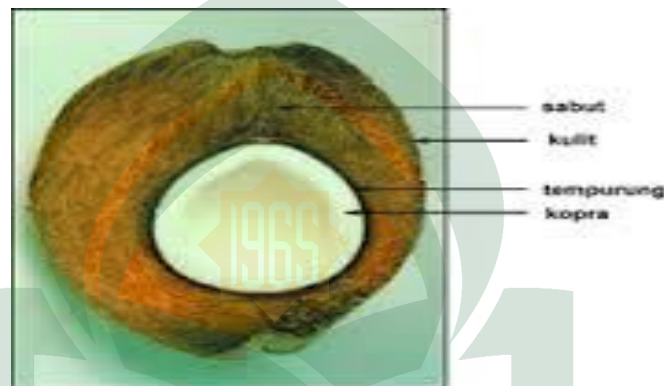
1. Sabut Kelapa

Sabut kelapa merupakan bagian terluar buah kelapa yang membungkus tempurung kelapa. Ketebalan sabut kelapa berkisar 5-6 cm yang terdiri atas lapisan terluar (*exocarpium*) dan lapisan dalam (*endocarpium*). *Endocarpium* mengandung serat-serat halus yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat tali, karung, pulp, karpet, sikat, keset, isolator panas dan suara, filter, bahan pengisi jok kursi mobil dan papan hardboard. Satu butir buah kelapa menghasilkan 0,4 kg sabut yang mengandung 30% serat.¹⁴

¹³Wahyudi, “Pengaruh Varietas dan Umur kelapa (*Cocos Nucifera*) Terhadap, Tebal, Berat dan Kadar Serat nata De Coco”, *Skripsi*, jurusan Biologi Fakultas MIPA, (Universitas Negeri Malang: Malang, 2009): h. 8.

¹⁴Ellyawan S. Arbintarso, Tinjauan Kekuatan Lengkung Papan Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Teknik, *Jurnal Teknologi* Juni 2009, (2), no. 1: h. 53.

Serat sabut kelapa adalah salah satu produk limbah pertanian yang sering digunakan sebagai adsorben dalam pengolahan air limbah. Ketersediaan dan kelimpahan serat sabut kelapa ini sepanjang tahun sangat melimpah di lingkungan membuat serat sabut kelapa menjadi sumber adsorben yang baik.



Gambar 2.2. sabut kelapa¹⁵

Komposisi sabut dalam buah kelapa sekitar 35% dari berat keseluruhan buah kelapa. Sabut kelapa terdiri dari serat (*fiber*) dan gabus (*pitch*) yang menghubungkan satu serat dengan serat yang lainnya. Sabut kelapa terdiri dari 75% serat dan 25% gabus.¹⁶

2. Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa tersusun atas unsur organik dan mineral yaitu pektin dan hemiselulosa (merupakan komponen yang larut dalam air). Lignin dan selulosa

¹⁵Okafor, *et. al.*, Adsorption Capacity of Coconut (*Cocos nucifera* L.) Shell for Lead, Copper, Cadmium and Arsenic from Aqueous Solutions, (Department of Chemistry, School of Mathematical and Physical Sciences, North-West University, 2012), h. 2.

¹⁶I wayan Sudiarta dan Emmy Sahara, Biosorpsi Cr (III) pada Biosorben Serat Sabut Kelapa Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH) , h. 133.

(komponen yang tidak larut dalam air), kalium, kalsium, magnesium, nitrogen serta protein. Serat sabut tergolong relatif pendek, sel seratnya sepanjang kira-kira 1 mm dengan diameter 1 micron dan sehelai serat terdiri dari 30 sampai 300 sel atau lebih, dilihat dari penampang lintangnya. Panjang serat sabut berkisar 15 sampai 35 cm dengan diameter 0,1 sampai 1,5 mm. Serat sabut mempunyai daya apung yang tinggi, tahan terhadap bakteri, air, garam dan murah.¹⁷

Potensi penggunaan serat sabut kelapa sebagai biosorben untuk menghilangkan logam berat dari perairan cukup tinggi karena serat sabut kelapa mengandung lignin (45%) dan selulosa (43%) yang lebih besar. Komposisi sabut dan serat kelapa dapat disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2.1. Komposisi sabut dan serat kelapa

Komponen	Sabut (%)	Serat Sabut (%)
Air	26,0	5,25
Pektin	14,25	3,00
Hemiselulosa	8,50	0,25
Lignin	29,23	45,84
Selulosa	21,07	43,44

(Sekar Insani Sumarning Tyas, 2000: hal 16-17)¹⁸

¹⁷Ellyawan S. Arbintarso, Tinjauan Kekuatan Lengkung Papan Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Teknik, Jurnal Teknologi Juni 2009, (2), no. 1: h. 53.

¹⁸Sekar Insani Sumarning Tyas, Studi Netralisasi Limbah Serbuk sabut Kelapa (*cocopeat*) Sebagai Media Tanam, *Skripsi*, Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2000, h. 16-17.

Serat sabut kelapa hijau sangat berpotensi sebagai biosorben karena mengandung selulosa yang di dalam struktur molekulnya mengandung gugus hidroksil serta lignin yang mengandung asam phenolat yang ikut ambil bagian dalam pengikatan logam. Selulosa dan lignin adalah biopolimer yang berhubungan dengan proses pemisahan logam-logam berat. Selulosa dan lignin pada serat sabut kelapa hijau lebih besar dibandingkan dengan kelapa lainnya.¹⁹

Sudiarta, dkk (2010), melakukan penelitian mengenai biosorpsi kadar kromium dengan menggunakan serat sabut kelapa hijau untuk menentukan kapasitas biosorpsi optimum logam kromium (VI) dengan parameter keasaman permukaan biosorben, waktu kontak, pH larutan optimum. Hasil yang diperoleh menunjukkan keasaman total biosorben serat sabut kelapa hijau adalah $8,7158 \pm 0,2569$ mmol/g, kapasitas biosorpsi pH optimum biosorpsi adalah pH 2 dan waktu kontaknya 120 menit. Kapasitas biosorpsi serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) terhadap ion logam Cr (VI) yaitu $12,6152$ mg/g.²⁰

Pada penelitian Sudiarta, dkk (2011), hasil menunjukkan bahwa serat sabut kelapa (*Cocos nucifera*) taraktivasi natrium Hidroksida (NaOH) 0,2 M dengan konsentrasi yang bervariasi diperoleh aktivasi optimum yaitu pada 1,2 M, Keasaman permukaan biosorben teraktivasi NaOH diperoleh $9,99 \pm 0,17$ mmol/g. Luas

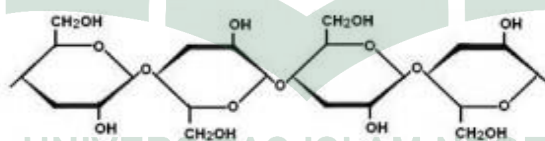
¹⁹I wayan Sudiarta dan Emmy Sahara, Biosorpsi Cr (III) pada Biosorben Serat Sabut Kelapa Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH), h. 133.

²⁰I Wayan Sudiarta dan Dwi Ariani Yulihastuti, Biosorpsi Kromium (VI) pada Serat Sabut Kelapa Hijau (*Cocos Nucifera*), H. 165.

permukaan spesifik yaitu 20,21 dm²/g. pH optimum yang digunakan adalah pH 3, sedangkan untuk waktu optimum yang diperlukan secara berturut – turut adalah 30 dan 120 menit. Perbedaan ini terjadi karena pada serat sabut kelapa teraktivasi memiliki luas permukaan yang lebih besar, sehingga hasil biosorpsi lebih optimum. Hal ini diperkuat oleh nilai keasaman pada biosorben yang teraktivasi lebih besar.²¹

3. Selulosa

Selulosa adalah suatu polimer yang tidak bercabang dari glukosa yang dihubungkan melalui ikatan 1-4 *glikosida* dan merupakan penyusun utama dinding sel tanaman yang berbentuk serat dan berwarna putih dengan rumus molekul (C₆H₁₀O₅)_n, dimana n adalah derajat polimerisasi.²² Ikatan β(1→4) glikosida yang dimiliki selulosa membuatnya lebih cenderung membentuk rantai lurus, hal ini disebabkan ikatan glikosida yang terbentuk hanya sejenis yaitu β(1→4) glikosida.



Gambar 2.3. Selulosa²³

Gugus fungsional dari rantai selulosa adalah gugus hidroksil. Gugus – OH ini dapat berinteraksi satu sama lain dengan gugus –O, -N, dan –S, membentuk ikatan hidrogen. Ikatan –H juga dapat terjadi antara gugus –OH dari selulosa dengan air.

²¹ I wayan Sudiarta dan Emmy Sahara, Biosorpsi Cr (III) pada Biosorben Serat Sabut Kelapa Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH) , h. 141.

²² Michael E. Himmel, *et al*, Biomass Recalcitrance: Engineering Plants and Enzymes for Biofuels Production, SCIENCE 2007, Vol. 315, h. 806.

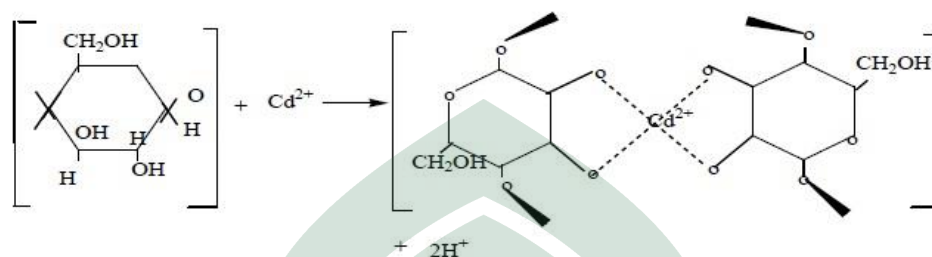
²³ Zulfikar, "polisakarida", (20 November 2010), http://www.chemistry.org/materi_kimia/kimia-kesehatan/biomolekul/polisakarida/, (19 Oktober 2013).

Gugus -OH pada selulosa menyebabkan permukaan selulosa menjadi hidrofilik. Rantai selulosa memiliki gugus -H di kedua ujungnya. Struktur rantai selulosa distabilkan oleh ikatan hidrogen yang kuat disepanjang rantai. Di dalam selulosa alami dari tanaman, rantai selulosa diikat bersama-sama membentuk mikrofibril yang sangat terkristal dimana setiap rantai selulosa diikat bersama-sama dengan ikatan hidrogen. Selulosa dicirikan dengan kekuatan daya tahannya yang tinggi terhadap zat-zat kimia dan relatif tidak larut dalam air. Selulosa dapat dihidrolisis dengan enzim selulosa.²⁴

Selulosa sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai adsorben karena gugus -OH yang terkandung didalamnya. Adanya gugus -OH pada selulosa menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben. Dengan demikian selulosa lebih kuat menyerap zat yang bersifat polar dari pada zat yang kurang polar. Mekanisme serapan yang terjadi antara gugus -OH yang terikat pada permukaan dengan ion logam yang bermuatan positif merupakan mekanisme pertukaran ion. Interaksi antara gugus -OH dengan ion logam juga dapat pula terjadi melalui mekanisme pembentukan kompleks koordinasi karena atom oksigen pada gugus -OH mempunyai pasangan elektron bebas, Ion-ion Cd^{2+} akan berinteraksi kuat dengan anion yang bersifat basa kuat seperti -OH. Ikatan antara ion Cd^{2+} dengan -OH pada selulosa melalui pembentukan ikatan koordinasi, dimana pasangan elektron bebas dari O pada OH akan berikatan dengan ion logam Cd^{2+} membentuk ikatan kompleks melalui ikatan kovalen. Kation

²⁴Feri Kusnandar, "Kimia Pangan", (Jakarta: Dian Rakyat, 2010), h. 141.

logam ini memiliki orbital d yang terisi penuh. Reaksinya ditunjukkan sebagai berikut ini:



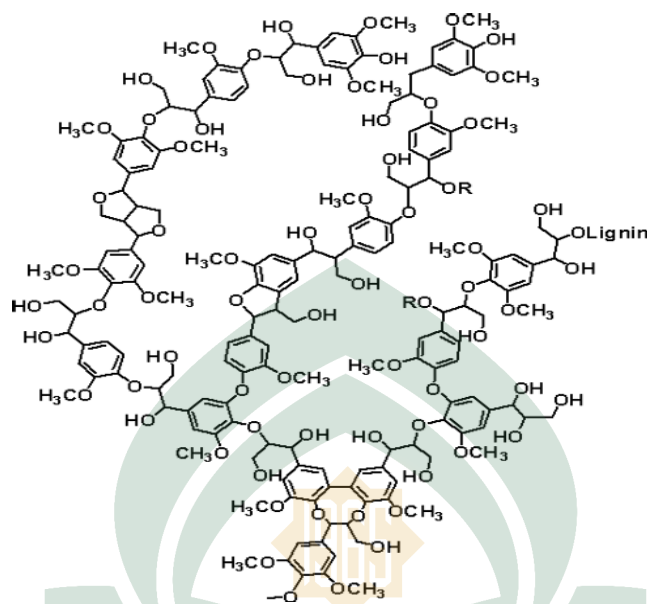
Gambar 2.4. Selulosa dan logam Cd dalam membentuk khelat selulosa²⁵

4. Lignin

Lignin merupakan salah satu bagian yang mengayu dari tanaman seperti janggél, kulit keras, biji, bagian serabut kasar, akar, batang dan daun. Lignin mengandung substansi yang kompleks dan merupakan suatu gabungan beberapa senyawa yaitu karbon, hidrogen dan oksigen. Lignin adalah bagian dari tumbuh-tumbuhan yang terdapat dalam lamelar tengah dan dinding sel serta berfungsi sebagai perekat antar sel. Jumlah kandungannya dalam kayu antara 20 - 35 % sedangkan dalam tanaman bukan kayu lebih tinggi.²⁶

²⁵Erni Mohammad, Fitoremediasi Logam Berat Kadmium(Cd) Pada Tanah Dengan Menggunakan Bayam Duri (*Amaranthus spinosus L*), *Laporan Penelitian Pengembangan Iptek*, Jurusan Kimia (Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam), Gorontalo: Universitas Gorontalo, 2011. H. 17.

²⁶Dewi Agustina, Kadar Lignin dan Tipe Monomer penyusun lignin pada kayu Akasia, *Skripsi*, Fakultas Kehutanan (Institut Pertanian Bogor: Bogor, 2009): h. 17.



Gambar. 2.5. Lignin

(Sumber: <http://www.searchgol.com>)

Lignin merupakan senyawa aromatik terdiri dari unit phenilpropana, memiliki gugus metoksil dan inti phenol yang saling berikatan dengan ikatan eter atau ikatan karbon dan mempunyai berat molekul tinggi. Polimer lignin cenderung bercabang dan membentuk struktur tiga dimensi struktur kimia lignin sangat kompleks dan tidak berpola sama. Gugus aromatik ditemukan pada lignin, yang saling dihubungkan dengan rantai alifatik, yang terdiri dari 2-3 karbon. Proses pirolisis lignin menghasilkan senyawa kimia aromatis berupa fenol, terutama kresol.²⁷

Lignin mempunyai peranan dalam memberikan kekerasan pada dinding sel, bertindak sebagai zat pengikat antarsel dan bersama-sama dengan komponen dinding

²⁷Dewi Agustina, Kadar Lignin dan Tipe Monomer penyusun lignin pada kayu Akasia, *Skripsi*, Fakultas Kehutanan (Institut Pertanian Bogor: Bogor, 2009): h. 17.

sel yang lain menyebabkan sel mempunyai ketahanan yang baik, serta memperlambat penyerapan air dari dinding sel dan melindungi sel dari serangan mikroorganisme. Lignin bersifat sangat inert, tidak larut serta tahan terhadap pencernaan.²⁸

C. Pencemaran Lingkungan

Pesatnya penggunaan berbagai bahan baku logam bisa berdampak negatif, yaitu munculnya kasus pencemaran yang melebihi batas sehingga mengakibatkan kerugian dan meresahkan masyarakat yang tinggal di sekitar daerah perindustrian maupun masyarakat pengguna produk industri tersebut. Hal ini terjadi karena sangat besarnya resiko terpapar logam berat maupun logam transisi yang bersifat toksik dalam dosis atau konsentrasi tertentu.²⁹

Beberapa dari unsur logam berat merupakan logam yang paling berbahaya dari unsur-unsur zat pencemar. Beberapa diantaranya merupakan zat pencemar air yang berbahaya seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), merkuri (Hg), arsen (As), besi (Zn) dan logam berat lainnya.³⁰

Defenisi pencemaran air menurut Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan lingkungan hidup nomor: KEP-02/MENKLH/1/1988 Tentang Penetapan Baku Mutu Lingkungan adalah: masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi atau komponen lain ke dalam air dan atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau oleh proses alam, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu menyebabkan air menjadi kurang atau sudah tidak berfungsi lagi.³¹

²⁸Feri Kusnandar, *Kimia Pangan*, h. 142.

²⁹Wahyu Widowati, dkk, *Efek Toksik Logam*, (ANDI: Yogyakarta, 2008): h. 1-2.

³⁰Rukaesih Achmad, *Kimia Lingkungan*, (ANDI: Yogyakarta, 2004): h. 98

³¹Rukaesih Achmad, *Kimia Lingkungan*, h. 92-93.

Dalam pasal 2 KEP-02/MENKLH/1/1988, sumber air menurut kegunaan atau peruntukannya digolongkan menjadi:³²

1. Golongan A, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.
2. Golongan B, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga.
3. Golongan C, yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
4. Golongan D, yaitu air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri dan listrik negara.

Pencemaran air yang termasuk dalam kategori golongan A, tetapi mengalami pencemaran dalam bentuk rembesan limbah cair dari suatu industri, maka air sumur tersebut tidak termasuk dalam golongan A tetapi turun menjadi golongan B. Karena air tersebut sudah tidak dapat digunakan lagi sebagai air minum tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu. Unsur-unsur yang terdapat pada garis batas antara logam dan bukan logam yaitu metaloid, beberapa diantaranya merupakan zat pencemar air yang berbahaya.³³

³²Rukaesih Achmad, *Kimia Lingkungan*, h. 92-93.

³³Rukaesih Achmad, *Kimia Lingkungan*, h. 93.

1. Uraian Umum Logam Berat Kadmium (Cd)

Logam kadmium (Cd) merupakan salah satu mineral yang terkandung dalam lapisan bumi, terutama terdapat dalam kerak bumi bersama dengan seng (Zn) serta logam-logam lainnya.³⁴

Bumi memiliki lapisan eksternal yang digambarkan oleh sains modern, lapisan bumi paling luar yang disebut kulit bumi memiliki ketebalan pada daratan berkisar antara 40-60 km. Sedangkan pada dasar lautan berkisar antara 5-6 km. Sebagaimana yang telah di terangkan dalam al-Qur'an surah saba' 428:

يَعْلَمُ مَا يَلْجُ فِي الْأَرْضِ وَمَا يَخْرُجُ مِنْهَا وَمَا يَنْزِلُ مِنَ السَّمَاءِ وَمَا يَعْرُجُ فِيهَا وَهُوَ الرَّحِيمُ الْغَفُورُ



Terjemahnya:

*Dia mengetahui apa yang masuk ke dalam bumi, apa yang ke luar dari padanya, apa yang turun dari langit dan apa yang naik kepadanya. dan Dia-lah yang Maha Penyayang lagi Maha Pengampun. (Q.S Saba' 428)*³⁵

Allah SWT mengetahui segala kejadian-kejadian di dalam bumi dan gejala-gejala ditimbulkannya terhadap permukaan bumi, salah satunya dalam peristiwa vulkanologi atau meletusnya gunung berapi. Peristiwa ini diikuti oleh keluarnya lava panas yang berasal dari dalam bumi, dimana pada proses tersebut diikuti oleh terbawanya logam-logam yang berada di dalam bumi ikut keluar kepermukaan bumi.

Bagian dalam bumi (setelah lapisan kulit) dibagi menjadi dua bagian. Bagian pertama disebut ikat pinggang atau selimut bumi yang merupakan lapisan batu keras

³⁴Heryando Palar, *Pencemaran dan Toksisitas logam Berat*, h. 23.

³⁵Departemen Agama Republik Indonesia, *Al-Quran dan Terjemahnya*, h. 428.

memanjang di bawah kulit bumi ke arah dalam sekitar 3000 km. bagian kedua disebut jantung atau inti bumi yang masih belum diketahui sampai sekarang. Meskipun demikian, komposisinya sudah diketahui secara ilmiah. Inti bumi ini dibagi menjadi dua bagian, bagian dalam terdiri atas bermacam-macam batuan keras dan kaya besi dengan ketebalan 1216 km. Sedangkan bagian luar, berbentuk larutan berwarna metalik yang ketebalannya mencapai 2270 km. larutan metalik ini merupakan tempat terjadinya pembentukan batuan dan tembaga serta berbagai jenisnya. Benda-benda ini yang nantinya akan menghasilkan endapan, bahan mentah, dan kekayaan-kekayaan mineral. Kadmium diperkirakan berada pada lapisan ini.³⁶

Kadmium termasuk unsur logam transisi golongan IIB, bersama seng (Zn) dan merkuri (Hg) yang terletak ditengah-tengah antara kedua logam tersebut. Kadmium adalah suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki lambang Cd dengan nomor atom 48, berat atom 112,4 g/mol, titik leleh 321 °C, titik didih 767 °C dan memiliki masa jenis 8,65 g/cm³, dengan konfigurasi elektron [Kr] 5s² 4d¹⁰.³⁷

Kadmium (Cd) terdapat dalam mineral "*grenockkite*", yang relatif jarang dan dalam jumlah yang sangat kecil, kurang dari 1% dalam beberapa bijih zink. Sebagian besar kadmium diperoleh dari leburan zink dan endapan lumpur yang diperoleh dari

³⁶Susi Nurul Khalifah, Studi Keseimbangan Adsorpsi Merkuri (II) Pada Biomassa Daun Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang Diimobilisasi Pada Matriks Polisilikat, *Skripsi* (Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang 2007), h. 24-25.

³⁷[t.p], *Logam Kadmium*, <http://id.wikipedia.org/wiki/Kadmium>, (7 Oktober 2013).

pemurnian elektrolitik zink.³⁸ Seperti halnya unsur-unsur kimia lainnya terutama golongan logam, logam Cd mempunyai sifat fisika dan kimia tersendiri. Berdasarkan sifat fisiknya Cd merupakan logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi, serta menghasilkan kadium oksida bila dipanaskan. Sedangkan sifat kimianya, logam Cd ditemukan dalam persenyawaan dengan kondisi stabil pada valensi 2. Jika logam Cd dimasukkan ke dalam larutan yang mengandung ion OH^- , ion-ion Cd^{2+} akan mengalami proses pengendapan.³⁹

Kadmium (Cd) umumnya terdapat dalam kombinasi dengan klor (Cd Klorida) atau belerang (Cd Sulfid). Kadmium bersifat lentur, tahan terhadap tekanan, serta dapat dimanfaatkan sebagai pencampur logam lain, seperti nikel (Ni), emas (Au), kuprum (Cu) dan besi (Fe).⁴⁰

2. Toksisitas Kadmium (Cd)

Seperti halnya merkuri dan logam-logam berat lainnya, logam Cd membawa sifat racun yang sangat merugikan bagi semua organisme hidup, bahkan juga sangat berbahaya untuk manusia. Dalam badan perairan, kelarutan Cd dalam konsentrasi tertentu dapat membunuh biota perairan. Cd bentuk asap atau gas bisa berakibat fatal bila konsentrasi Cd $40\text{-}50\text{ mg/m}^3$ terinhalasi selama 1 jam dan konsentrasi kadmium

³⁸Kristian H. Sugiyarto, *Kimia Anorganik II*, (Universitas Negeri Yogyakarta: JICA, 2003), h. 162.

³⁹Heryando Palar, *Pencemaran dan Toksisitas logam Berat*, h. 116

⁴⁰Wahyu Widowati, dkk, *Efek Toksik Logam*, h. 63.

(Cd) 9 mg/m³ terinhalasi selama 5 jam. Konsentrasi lebih rendah tidak berakibat fatal.⁴¹

Paparan Cd secara akut bisa menyebabkan nekrosis pada ginjal dan paparan yang lebih lama berlanjut dengan terjadinya proteinuria. Gejala lain toksisitas akut dari kadmium (Cd) adalah iritasi alat pencernaan. Selain itu, paparan kadmium dapat pula menyebabkan anemia, kanker, radang paru-paru, pendarahan otak, pembengkakan jantung, diabetes, kerusakan ginjal, migrain, peradangan, strokes, kadar kolesterol tinggi, gangguan pertumbuhan, rambut rontok, kulit bersisik dan kering, kehilangan nafsu makan, daya tahan tubuh melemah, kerusakan hepar, kedinginan hingga menggigil, nyeri otot, diare, bahkan bisa menyebabkan kematian. Toksisitas kronis Cd bisa merusak sistem metabolisme tubuh, sistem reproduksi, hingga terjadinya kematian.⁴²

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia No. 01-2896-1998 tentang batas maksimum cemaran logam berat kadmium pada hewan laut adalah sebesar 0,2 mg/kg (ppm), dan Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 menetapkan kadar maksimum Cd yang diperbolehkan dalam air minum sebesar 0,003 mg/L (ppm).⁴³ Serta menurut WHO (*World Health*

⁴¹Wahyu Widowati, dkk, *Efek Toksik Logam*, h. 72.

⁴²Wahyu Widowati, dkk, *Efek Toksik Logam*, h. 73.

⁴³Menteri Kesehatan Republik Indonesia, “*Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*”, (2010), http://www.litbang.depkes.go.id/sites/download/regulasi/permenkes/Permenkes_492-th-2010.pdf, (18 Oktober 2013)

Organization) jumlah Cd yang dapat diterima tubuh adalah sebanyak 0,007 mikrogram setiap kilogram berat badan.⁴⁴

3. Kadmium (Cd) Dalam Lingkungan

Penggunaan kadmium di dalam industri sering menyebabkan pencemaran lingkungan baik melalui air buangan, maupun melalui sistem ventilasi udara. Kadmium yang dibuang ke sungai, pantai atau badan air disekitar industri tersebut akan mengkontaminasi (bioakumulasi) ikan-ikan dan makhluk air lainnya termasuk ganggang dan tanaman air. Ikan-ikan dan hewan tersebut kemudian dikonsumsi oleh manusia sehingga di dalam jaringan tubuh manusia terpapar kadmium secara terus menerus. Kadmium di bidang pertanian dapat mencemari tanah-tanah pertanian yang dapat berakibat terhadap hasil-hasil pertanian, terutama sayur-sayuran.⁴⁵

Logam kadmium (Cd) dan bermacam-macam bentuk persenyawaannya dapat masuk ke lingkungan, terutama sekali merupakan efek sampingan dari aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Boleh dikatakan bahwa semua bidang industri yang melibatkan Cd dalam proses operasional industrinya menjadi sumber pencemaran Cd. Dalam starata lingkungan, logam Cd dan persenyawaannya ditemukan dalam banyak lapisan. Secara sederhana dapat diketahui bahwa kandungan logam Cd akan dapat

⁴⁴World Health Organization (WHO), “*WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards*”, <http://www.who.int/ipcs/publications/methods/harmonization/toolkit.pdf>, (18 Oktober 2013).

⁴⁵Susi Nurul Khalifah, Studi Keseimbangan Adsorpsi Merkuri (II) Pada Biomassa Daun Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang Diimobilisasi Pada Matriks Polisilikat, h. 27.

dijumpai di daerah-daerah penimbunan sampah dan aliran air hujan, selain dalam air buangan.⁴⁶

Senyawa yang tersusun dari logam Cd pada air laut dan air tawar itu berbeda tergantung dari anion yang berikatan dengan logam tersebut. Anion pada air tawar sebagian besar adalah anion karbonat (CO_3^{2-}), jika karbonat berikatan dengan logam kadmium maka akan membentuk senyawa kadmium karbonat (CdCO_3), sedangkan anion yang banyak terdapat pada air laut adalah anion klorida (Cl^-), sehingga senyawa kadmium klorida (CdCl_2) banyak ditemukan pada air laut yang tercemar logam kadmium.⁴⁷

4. Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran Kadmium (Cd)

Metode yang bisa digunakan untuk membersihkan atau mengurangi pencemaran yaitu selain dengan metode adsorpsi dapat juga dilakukan dengan tanaman yang disebut fitoremediasi. Tanaman dianggap sebagai hiperakumulator Cd apabila mampu menyerap Cd sebesar 100 ppm. Contoh tanaman yang bersifat hiperakumulator antara lain *streptanthus polygaloides*, *sebertia acuminata*, *armeria maritima*, *astragalus*, *genus thlaspi* dan *alyssum*. Daunnya mampu mengakumulasi Cd sebesar 1.800 ppm.⁴⁸

Jenis mikroorganisme yang mampu melakukan proses bioremoval terhadap logam Cd yaitu alga dan bakteri. Penyerapan Cd pada pH 4,5 sebesar 87 mg Cd/g

⁴⁶Heryando Palar, *Pencemaran dan Toksisitas logam Berat*, h. 11.

⁴⁷Darmono, Kadmium (Cd) Dalam Lingkungan Dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan Dan Produktivitas Ternak, *WARTAZOA* Vol 8 No.1 (1999), h. 28.

⁴⁸Wahyu Widowati, dkk, *Efek Toksik Logam*, h. 70-71.

untuk *sargassum vulgare*, 80 mg Cd/g untuk *sargassum fluitans* dan 74 mg Cd/g untuk *sargassum filipendula*.⁴⁹

Apabila terjadi gangguan terhadap keseimbangan suatu lingkungan hidup, perlu segera diambil tindakan dan langkah-langkah yang diperlukan untuk mengembalikan atau memulihkan kembali keseimbangan itu. Usaha-usaha inilah yang dimaksudkan dengan pemeliharaan, pembinaan dan pengembangan lingkungan hidup, agar tetap terpelihara kelestariannya dan bahkan meningkat kualitasnya.⁵⁰

D. Adsorpsi

Proses adsorpsi terjadi pada konsentrasi selektif dari satu atau lebih komponen (adsorbat) dari fasa gas atau cair pada permukaan pori-pori zat padat (adsorbat). Proses adsorpsi meliputi pemisahan substansi dari suatu fasa yang disertai oleh pengendapan atau pemusatan pada permukaan zat penyerap. Adsorpsi adalah suatu proses dimana suatu komponen bergerak dari satu fasa menuju permukaan suatu fasa yang lain, terutama fasa kedua adalah zat padat. Dalam adsorpsi, adsorben adalah zat yang mempunyai sifat mengikat molekul pada permukaannya, dan sifat ini menonjol pada padatan yang berpori. Beberapa syarat yang harus dipenuhi oleh adsorben antara lain adalah mempunyai luas permukaan yang besar, berpori, aktif dan murni, serta tidak bereaksi dengan adsorbat.⁵¹

⁴⁹Wahyu Widowati, dkk, *Efek Toksik Logam*, h. 71.

⁵⁰Heryando Palar, *Pencemaran dan Toksisitas logam Berat*, h. 11.

⁵¹Susi Nurul Khalifah, *Studi Keseimbangan Adsorpsi Merkuri (II) Pada Biomassa Daun Enceng Gondok (Eichhornia crassipes) yang Diimobilisasi Pada Matriks Polisilikat*, h. 30.

Pada umumnya adsorpsi dibedakan menjadi dua jenis yaitu adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia. Adsorpsi fisik adalah adsorpsi yang disebabkan oleh interaksi antara adsorben dan adsorbat pada permukaan yang hanya dipengaruhi oleh gaya Van der Waals atau ikatan hidrogen. Adsorpsi fisik biasanya bersifat *reversible* (dapat balik), karena terjadi melalui interaksi yang lemah antara adsorben dan adsorbat, tidak melalui ikatan kovalen. Panas adsorpsi fisik biasanya terjadi kurang dari 15-20 kkal/mol, sedangkan adsorpsi kimia adalah adsorpsi yang interaksi antara adsorben dan adsorbatnya lebih kuat, sehingga adsorbat tidak dapat bergerak dari satu bagian ke permukaan lainnya bersifat *irreversible* (tidak dapat balik). Proses adsorpsi terjadi lebih besar dari 20 – 30 kkal/mol (86 – 126 kJ/mol).⁵²

Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain:⁵³

1. Sifat adsorbat

Besarnya adsorpsi zat terlarut tergantung pada kelarutannya pada pelarut. Kenaikan kelarutan menunjukkan ikatan yang kuat antara zat terlarut dengan pelarut dan aksi yang sebaliknya terhadap adsorpsi oleh adsorben. Makin besar kelarutannya, ikatan antara zat terlarut dengan pelarut makin kuat sehingga adsorpsi akan semakin kecil karena sebelum adsorpsi terjadi diperlukan energi yang besar untuk memecah ikatan zat terlarut dengan pelarut.

⁵²Susi Nurul Khalifah, Studi Keseimbangan Adsorpsi Merkuri (II) Pada Biomassa Daun Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang Diimobilisasi Pada Matriks Polisilikat, h. 27.

⁵³Susi Nurul Khalifah, Studi Keseimbangan Adsorpsi Merkuri (II) Pada Biomassa Daun Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) yang Diimobilisasi Pada Matriks Polisilikat h. 26-32.

2. Konsentrasi adsorbat

Pada umumnya adsorpsi akan meningkat dengan kenaikan konsentrasi adsorbat tetapi tidak berbanding langsung. Adsorpsi akan konstan jika terjadi kesetimbangan antara konsentrasi adsorbat yang terserap dengan konsentrasi yang tersisa dalam larutan.

3. Sifat adsorben

Adsorpsi secara umum terjadi pada semua permukaan, namun besarnya ditentukan oleh luas permukaan adsorben yang kontak dengan adsorbat. Luas permukaan adsorben akan sangat berpengaruh terutama untuk tersedianya tempat adsorpsi. Adsorpsi merupakan suatu kejadian permukaan sehingga besarnya adsorpsi sebanding dengan luas permukaan spesifik. Makin banyak permukaan yang kontak dengan adsorbat maka akan makin besar pula adsorpsi yang terjadi.

4. Temperatur

Reaksi yang terjadi pada adsorpsi biasanya eksotermis, oleh karena itu adsorpsi akan besar jika temperatur rendah.

5. Waktu kontak dan pengocokan

Waktu kontak yang cukup diperlukan untuk mencapai kesetimbangan adsorpsi. Jika fasa cair yang berisi adsorben diam, maka difusi adsorbat melalui permukaan adsorben akan lambat. Oleh karena itu diperlukan pengocokan untuk mempercepat proses adsorpsi.

6. pH larutan

Senyawa yang terdisosiasi lebih mudah diserap dari pada senyawa terionisasi. Pada umumnya adsorpsi bertambah pada kisaran pH dimana suatu senyawa organik bermuatan netral.

7. Kapasitas Adsorpsi

Kapasitas adsorpsi ion oleh adsorben adalah jumlah gugus yang dapat dipertukarkan dalam adsorben. Kapasitas penukaran adsorpsi ion dari suatu adsorben ialah jumlah ion yang dapat ditukar untuk setiap 1 gram adsorben kering, atau jumlah ion yang dapat ditukar untuk setiap 1 mL adsorben basah. Kapasitas adsorpsi ion ini biasanya dinyatakan dalam mg ek ion per gram adsorben kering atau dalam mg ek ion per mL adsorben basah. Besarnya nilai kapasitas adsorpsi suatu adsorben bergantung dari jumlah gugus-gugus ion yang dapat ditukarkan yang terkandung dalam setiap gram adsorben tersebut. Semakin besar jumlah gugus-gugus tersebut semakin besar pula nilai kapasitas adsorpsinya.

Untuk dapat digunakan sebagai adsorben yang dapat menyerap dengan baik, salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu dengan proses aktivasi. Aktivasi merupakan proses untuk menaikkan kapasitas adsorpsi sehingga diperoleh sifat yang diinginkan sesuai dengan penggunaannya. Tujuan aktivasi adalah untuk menghasilkan luas permukaan yang lebih luas melalui pembentukan struktur berpori dan juga untuk menghilangkan senyawa-senyawa pengotor yang terdapat pada biomassa. Aktivasi

dapat dilakukan dengan pemanasan, penambahan asam dan penambahan basa. Ada dua cara untuk melakukan proses aktivasi yaitu:⁵⁴

1. Aktivasi secara fisika yaitu, proses aktivasi yang dilakukan dengan mengalirkan uap atau udara dengan suhu yang tinggi 800-1000 °C.
2. Aktivasi secara kimia yaitu, proses aktivasi yang dilakukan dengan metode perendaman bahan baku pada bahan kimia seperti H_3PO_4 , $ZnCl_2$, HCl , H_2SO_4 , $NaOH$, NH_4OH , $CaCl_2$, dan lain-lain.

Untuk memperoleh biosorben dengan kemampuan biosorpsi yang lebih tinggi perlu dilakukan pengaktifan salah satunya yaitu dengan menggunakan basa. Basa yang dapat digunakan adalah Natrium Hidroksida ($NaOH$), aktivasi dengan menggunakan basa bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan dan situs aktif dari biosorben. Perlakuan aktivasi dengan menggunakan $NaOH$ menyebabkan pengotor yang terdapat dalam biomassa akan larut sehingga pori menjadi lebih terbuka yang memungkinkan peningkatan luas permukaan spesifiknya.⁵⁵

E. Spektrofotometer Serapan Atom

1. Prinsip Dasar Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

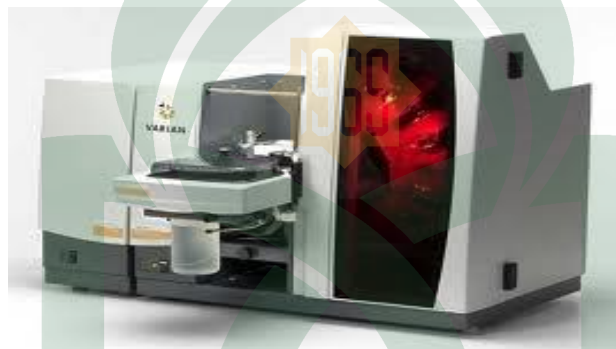
Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya.⁵⁶ Teknik Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

⁵⁴Y C. Dananto dan Samun T, "Pengaruh Aktivasi Karbon Dari Sekam Padi Pada Proses Adsorpsi Logam Cr (VI)", EKUILIBRUM, Vol. 7. No. 1. (Januari 2008): h. 14.

⁵⁵I wayan Sudiarta dan Emmy Sahara, Biosorpsi Cr (III) pada Biosorben Serat Sabut Kelapa Teraktivasi Natrium Hidroksida ($NaOH$), h. 134.

⁵⁶Khopkar, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, h. 288.

didasarkan pada penyerapan energi oleh elektron valensi dari atom keadaan dasar, yang akibatnya menaikkan elektron ke tingkat energi yang lebih tinggi atau keadaan tereksitasi. Energi yang diserap tersebut disebut energi eksitasi. Dalam proses absorpsi, atom berubah dari tingkat energi rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi, ini yang dikenal dengan istilah transisi elektronik. Jumlah total radiasi yang diserap oleh atom tergantung pada berapa banyak atom yang menyerap radiasi tersebut.⁵⁷



Gambar 2.6. Spektrofotomer Serapan Atom.⁵⁸

Ditinjau dari hubungan antara konsentrasi dan adsorbansi, maka hukum Lambert-Beer dapat digunakan jika sumbernya adalah monokromatis:⁵⁹

1. *Hukum Lambert*: Bila suatu sumber sinar monokromatik melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorpsi.⁶⁰

⁵⁷Andi Nurahma, "Analisis kandungan zat Besi (Fe) pada Daun Dan Buah kelor Yang ada di Desa Mattajang Kecamatan Dua Boccoe kabupaten Bone", *Skripsi*, (Jurusan Kimia, Makassar: UIN Alauddin, 2010): h. 34.

⁵⁸Andi Nurahma, Analisis kandungan zat Besi (Fe) pada Daun Dan Buah kelor Yang ada di Desa Mattajang Kecamatan Dua Boccoe kabupaten Bone, *Skripsi*, (Jurusan Kimia, Makassar: UIN Alauddin, 2010), h. 33.

⁵⁹Khopkar, *Konsep Dasar Kimia Analitik*, h. 290.

⁶⁰Supriyanto C, Samin dan Zainul Kamal, "Analisis Cemaran Logam Berat Pb, Cu dan Cd pada Ikan Air Tawar Dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA)", (Seminar Nasional III, Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan, SDM Teknologi Nuklir Yogyakarta, 2007), h. 148.

2. *Hukum Beer*: Intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi spesi yang menyerap sinar tersebut.

Dari kedua hukum tersebut diperoleh suatu persamaan:

$$A = -\log\left(\frac{I}{I_0}\right) = a \cdot b \cdot c$$

Dimana:

A = absorban

I_0 = intensitas sinar datang

I = intensitas sinar yang diteruskan

a = tetapan absorptivitas

b = tebal kuvet

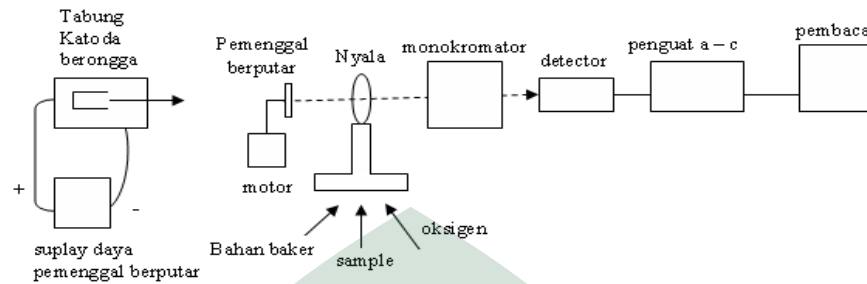
c = konsentrasi⁶¹

2. Komponen Alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) mempunyai komponen dasar yaitu sumber cahaya, sistem optik, reservoir atom keadaan dasar, monokromator, detector, peralatan manipulasi sinyal dan peralatan baca.⁶² Komponen-komponen dari Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) yaitu sebagai berikut:

⁶¹Supriyanto C, Samin dan Zainul Kamal, Analisis Cemarkan Logam Berat Pb, Cu dan Cd pada Ikan Air Tawar Dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA), h. 148.

⁶²Andi Nurahma, Analisis kandungan zat Besi (Fe) pada Daun Dan Buah kelor Yang ada di Desa Mattajang Kecamatan Dua Boccoe kabupaten Bone, h. 35.



Gambar 2.7. Komponen optik Spektrofotometer serapan atom⁶³

Komponen-komponen spektrofotometer serapan atom (SSA) dijelaskan sebagai berikut.⁶⁴

a. Sumber Cahaya

Sumber cahaya berfungsi untuk memancarkan cahaya yang dipakai untuk mengeksitasi atom-atom dan unsur yang akan dianalisa. Sumber cahaya ini harus memancarkan radiasi yang tajam dan intensitasnya stabil. Sumber cahaya yang paling banyak digunakan dalam spektrofotometri serapan atom adalah lampu katoda berongga (*Hollow Cathode Lamp*). Lampu ini terdiri atas pelindung dari gelas yang mengandung katoda dan anoda. Katoda adalah cawan atau slinder logam yang terbuat dari bahan kimia yang akan dianalisis. Contohnya, untuk analisis tembaga (Cu) lampu yang digunakan memiliki katoda dari tembaga (Cu) murni. Pelindung dari gelas yang tersegel diisi gas inert, biasanya neon pada tekanan rendah.

⁶³Supriyanto C, Samin dan Zainul Kamal, Analisis Cemarkan Logam Berat Pb, Cu dan Cd pada Ikan Air Tawar Dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA), h 150.

⁶⁴Andi Nurahma, Analisis kandungan zat Besi (Fe) pada Daun Dan Buah kelor Yang ada di Desa Mattajang Kecamatan Dua Boccoe kabupaten Bone, h. 36-38.

b. Sistem Optik

Sistem optik berfungsi mengarahkan cahaya dari sumber radiasi melewati atom-atom keadaan dasar dalam pengatom ke monokromator dan ke atas detector.

c. Reservoir atom keadaan dasar

Komponen ini terdiri dari dua tipe yaitu pertama peralatan atomisasi dengan nyala, termasuk pengabut (*nebulizer*) yang membawa larutan analit menuju ruang semprot, diubah menjadi aerosol dan masuk ke dalam pembakar. Nyala berfungsi menguapkan pelarut dan mengubah contoh menjadi atom-atom dalam keadaan dasar. Kedua, peralatan atomisasi elektrotermal, dikenal sebagai tungku grafit yang menggunakan pembungkus khusus tabung grafit atau cangkir yang berfungsi sebagai pemegang wadah dan dipanaskan dengan arus listrik melalui dua elektroda karbon sehingga menguapkan pelarut dan mendisosiasikan senyawa yang dianalisis ke dalam bentuk atom-atom.

d. Monokromator

Monokromator berfungsi untuk memisahkan garis-garis resonansi dari garis-garis spectral lain yang diemisi oleh sumber radiasi. Monokromator yang paling sering digunakan dalam Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) adalah prisma atau kisi difraksi (*grating*) sebab dapat mempertahankan resolusi yang lebih tinggi sampai jarak yang lebih panjang dari panjang gelombang.

e. Detektor

Detektor berfungsi untuk mengubah energi cahaya yang diterima menjadi sinyal listrik atau sinyal elektrik. Pada Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) banyak

digunakan *photomultipliers* atau detector fotoelektrik, cukup stabil dan dapat membandingkan garis-garis kuat.

f. Peralatan manipulasi sinyal

Peralatan manipulasi sinyal adalah prosesor data yang mampu mengolah luaran dari detektor kedalam berbagai bentuk baik secara langsung maupun tak langsung. Hubungn antara analisis, perhitungan konsentrasi dan simpangan standar semuanya dapat dilakukan dengan otomatis.

g. Peralatan baca

Peralatan baca untuk zaman dulu digunakan meter, bandul dan peralatan digital sedangkan untuk zaman sekarang digunakan layar komputer dan printer.

3. Cara Kerja Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Pada proses analisis secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), unsur yang dianalisis harus kembali dalam bentuk atom netral, dalam keadaan uap dan disinari dengan berkas sinar yang berasal dari sumber sinar. Proses ini dapat dilaksanakan dengan jalan menghisap larutan cuplikan melalui tabung kapiler dan menyemprotkannya dalam nyala yang memenuhi persyaratan-persyaratan tertentu sebagai kabut yang halus. Cuplikan yang diukur oleh Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) yakni berupa larutan dan air bertindak sebagai pelarut. Larutan cuplikan

mengalir ke dalam ruang pengkabutan, karena terisap oleh aliran gas bahan bakar dan oksigen yang cepat.⁶⁵



⁶⁵Andi Nurahma, Analisis kandungan zat Besi (Fe) pada Daun Dan Buah kelor Yang ada di Desa Mattajang Kecamatan Dua Boccoe kabupaten Bone, h. 34

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2014 sampai Juli 2015, di Laboratorium Kimia Anorganik dan Laboratorium Riset Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), magnetik stirer, pH meter, neraca analitik, oven, eksikator, shaker MAXQ 2000, labu takar 250, 100 dan 25 mL, sieve shaker (mesh), erlenmeyer 250 mL, pipet volum 25 mL, pipet skala 10 mL, pipet tetes, gelas kimia 250 mL, pisau, gunting, cawan penguap, corong, pipet tetes, batang pengaduk, spatula dan botol semprot.

2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain serat sabut kelapa hijau, aquabides, aquades, asam klorida (HCl) p.a, Natrium Hidroksida (NaOH), kertas pH, logam Cd, kertas saring Whatman No. 42, kertas saring biasa dan tisu.

C. Prosedur kerja

1. Preparasi Biosorben Serat Sabut Kelapa Hijau (*Cocos nucifera*)

Objek yang dianalisis yaitu serat sabut kelapa hijau, kelapa tua yang telah disiapkan dikupas dan seratnya dipisahkan dari gabusnya. Serat kelapa yang telah terpisah dicuci hingga bersih dan dibilas dengan aquabides, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari. Setelah kering, sampel dipotong kecil-kecil atau diblender kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran (+40-100) mesh. Serat kelapa kemudian dicuci kembali dengan aquabides hingga bersih. Sampel kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C, hingga diperoleh bobot konstan dan disimpan dalam eksikator.

2. Aktivasi Biosorben

Sebanyak 2 gram biosorben dimasukkan ke dalam 9 buah erlenmeyer, kemudian masing-masing ditambahkan 25 mL larutan NaOH dengan variasi konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,8 dan 2,0 M. Kemudian diaduk selama 2 jam, hasilnya disaring dan residunya dicuci dengan aquabides hingga pH netral (pH 7). Biosorben kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C dan disimpan dalam eksikator.

Untuk memperoleh biosorben teraktivasi NaOH optimum, masing-masing sebanyak 0,5 gram biosorben teraktivasi NaOH dimasukkan ke dalam 9 buah erlenmeyer dan ditambahkan 25 mL larutan kadmium (Cd) 20 ppm, kemudian dishaker selama 2 jam. Hasil larutan tersebut disaring dan filtratnya dianalisis dengan

AAS pada panjang gelombang 228,8 nm. Biosorben yang mengadsorpsi ion logam paling banyak merupakan biosorben yang teraktivasi paling baik.

3. Penentuan pH Optimum Biosorpsi

Sebanyak 0,5 gram biosorben teraktivasi dimasukkan ke dalam 5 buah erlenmeyer 250 mL, kemudian ditambahkan 25 mL Cd 20 ppm, ditambahkan lagi beberapa tetes HCl p.a ke dalam masing-masing larutan hingga diperoleh pH yang telah ditentukan yaitu pH 1, 2, 3, 4 dan 5. Campuran kemudian diaduk dengan shaker selama 2 jam. Selanjutnya hasil larutan disaring dan filtratnya diambil untuk dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) pada panjang gelombang 228,8 nm.

4. Penentuan Waktu Optimum Biosorpsi

Ke dalam 5 buah erlenmeyer 250 mL dimasukkan masing-masing 0,5 gram biosorben teraktivasi dan ditambahkan masing-masing 25 mL larutan Cd dengan konsentrasi 20 ppm dengan pH optimum yang diperoleh sebelumnya. Larutan diaduk dengan menggunakan shaker dengan waktu masing-masing 10, 20, 30 40 dan 50 menit. Selanjutnya, campuran disaring dan filtratnya diambil untuk dianalisis dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) pada panjang gelombang 228,8 nm.

5. Penentuan Kapasitas Biosorpsi

Sebanyak 0,5 gram biosorben teraktivasi dimasukkan ke dalam 5 buah erlenmeyer 250 mL dan ditambahkan dengan 25 mL larutan Cd dengan konsentrasi yang bervariasi yaitu 30, 40, 50, 60 dan 70 ppm, kemudian diinteraksikan selama

waktu kontak dan pH optimumnya. Setelah itu hasil larutan disaring dan filtratnya diukur absorbansinya dengan spektrofotometer serapan atom (SSA) pada panjang gelombang 228,8 nm.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

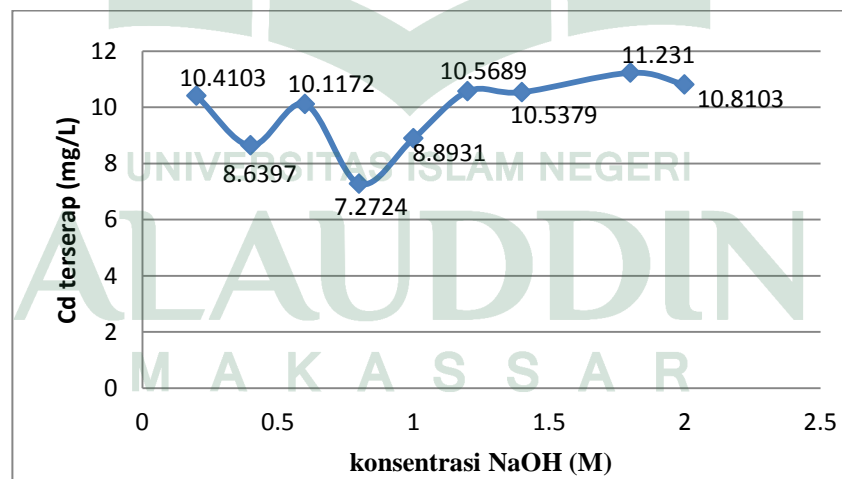
A. Penentuan Variasi Konsentrasi Aktivasi dengan Menggunakan Basa NaOH

Serat sabut kelapa hijau merupakan bagian terluar dari buah kelapa yang membungkus tempurung kelapa. Serat sabut kelapa tersusun atas selulosa yang sangat tinggi, hal ini merupakan salah satu karakteristik yang harus dimiliki oleh tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan penyerap logam. Berdasarkan uraian dan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil yang akan dibahas pada bab ini.

Tahap awal penelitian ini yaitu pembuatan biomassa serat sabut kelapa hijau. Sampel sabut kelapa diperoleh dari tempat penjualan es kelapa muda di pasar terong kota Makassar. Langkah yang dilakukan adalah dengan menjemur sabut kelapa yang telah terlepas dari tempurungnya dibawah sinar matahari, kemudian serat yang melekat pada sabut kelapa dipisahkan satu persatu hingga diperoleh serat yang bersih. Setelah serat diperoleh, kemudian serat dicuci dibawah air yang mengalir hingga bersih dan dikeringkan kembali dibawah sinar matahari. Hal ini bertujuan agar kotoran terbawa oleh air yang mengalir dan tidak menempel kembali pada serat kelapa, sehingga serat benar-benar bersih. Serat kelapa yang telah kering kemudian dipotong kecil-kecil dengan menggunakan gunting dan diblender hingga halus dan selanjutnya diayak menggunakan pengayak Sieve Shaker ukuran +40-100 mesh. Semakin kecil ukuran partikel dari sorben maka penyerapannya pun semakin besar.

Serat kelapa yang telah diperoleh kemudian dicuci kembali dengan menggunakan aquabides, hal ini bertujuan agar serat kelapa benar-benar bersih dan tidak terdapat lagi kotoran yang menempel pada sampel sehingga sampel tidak terkontaminasi oleh kotoran baik yang berasal dari lingkungan sekitar maupun zat-zat mineral yang terbawa oleh air PDAM, kemudian serat disaring menggunakan kertas saring hingga diperoleh dua bagian yaitu filtrat dan residu. Residu yang dihasilkan kemudian dikeringkan dengan cara di panaskan dalam oven pada suhu 70°C hingga diperoleh bobot konstan. Pada suhu 70°C diperkirakan air telah menguap serta untuk menjaga situs aktif dari serat sebab jika terlalu panas dimungkinkan situs aktif dari serat tidak dapat berfungsi dengan baik.

Tahap selanjutnya yang dilakukan yaitu penentuan nilai aktivasi optimum dengan data hasil penelitian dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.1. Grafik hubungan antara jumlah penyerapan Cd terhadap variasi konsentrasi aktivasi NaOH

Berdasarkan hasil penelitian yang terdapat pada grafik 4.1, dengan memvariasikan konsentrasi aktivasi NaOH secara berturut-turut yaitu 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,8 dan 2,0 M. Penyerapan aktivasi tertinggi diperoleh pada variasi aktivasi 1,8 M yaitu sebesar 11,2310 mg/L. Aktivasi terkecil diperoleh pada variasi aktivasi 0,8 M sebesar 7,2724 mg/L.

Pada proses perlakuan aktivasi biosorben diinteraksikan dengan NaOH, dimana NaOH berfungsi sebagai pelarut yang mampu melarutkan pengotor-pengotor yang terkandung dalam sampel yang tidak dibutuhkan pada proses biosorpsi seperti pektin dan hemiselulosa sehingga pori pada biosorben lebih terbuka. Selain itu perlakuan aktivasi ini bertujuan pula untuk meningkatkan luas permukaan dan situs aktif dari biosorben yang mengandung gugus hidroksil (-OH), sehingga pada saat adsorpsi hasil yang diperoleh lebih besar.

Variasi konsentrasi NaOH pada aktivasi biosorben dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi NaOH yang optimum yaitu biosorben yang menyerap Cd secara maksimum. Konsentrasi penyerapan dapat dilihat pada grafik antara konsentrasi NaOH dengan jumlah Cd yang terserap.

Pada gambar grafik 4.1 memperlihatkan bahwa jumlah Cd yang terserap naik turun tidak stabil seiring dengan kenaikan konsentrasi NaOH yang ditambahkan, hingga diperoleh konsentrasi tertinggi yaitu 1,8 M. Hasil yang diperoleh berdasarkan grafik tidak dapat menunjukkan titik optimum, dimana hasil yang diperoleh tidak sesuai teori bahwa semakin bertambah konsentrasi NaOH, proses pembentukan situs aktif semakin baik.

Hal ini dapat terjadi karena situs aktif pada NaOH dipermukaan biosorben, pori biosorben dan situs aktif dari NaOH tidak berfungsi dengan baik sehingga tidak dapat menyerap Cd dengan sempurna. Penggunaan aktivasi basa mengakibatkan penurunan daya serap terhadap ion. Hal ini diduga terjadi karena pada saat penambahan basa NaOH ada sebagian situs aktif dari serat kelapa seperti lignin yang mengalami reaksi delignifikasi, dimana lignin terdegradasi oleh NaOH. Lignin yang diharapkan mampu menyerap logam dengan baik, akan tetapi lignin tidak ikut dalam proses penyerapan karena telah terurai.

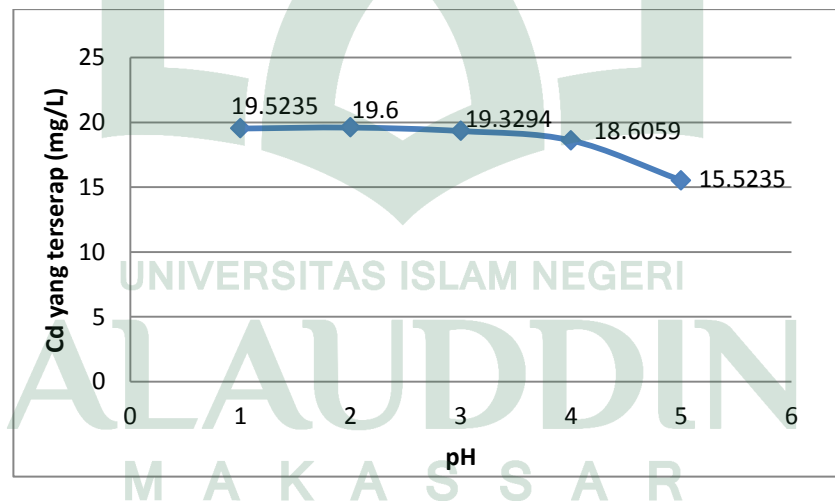
Selain itu, ketidak stabilan grafik tersebut dapat pula diakibatkan karena sampel telah terkontaminasi oleh udara pada saat penyimpanan setelah bobot sampel konstan dan dimungkinkan sampel telah terkontaminasi dengan udara sehingga sampel yang sebelumnya telah konstan kini bertambah kembali kadar airnya sehingga mempengaruhi berat dari sampel. Hal ini menyebabkan gugus-gugus aktif dari serat yaitu gugus hidroksil yang seharusnya berikatan dengan logam dapat berikatan pula dengan air sehingga mengakibatkan berkurangnya nilai adsorpsi yang diperoleh. Pada penambahan konsentrasi NaOH yang lebih besar yaitu 2,0 M mulai terjadi penurunan jumlah Cd yang terserap. Hal ini dapat mengindikasikan bahwa konsentrasi NaOH mulai mengalami penurunan dalam membentuk situs aktif sehingga biosorben kurang menyerap logam dengan optimal.

Hasil yang diperoleh tidak sesuai teori yang dikemukakan oleh Khalifah (2007), dimana pada umumnya adsorpsi akan meningkat dengan kenaikan konsentrasi adsorbat. Adsorpsi akan konstan jika terjadi kesetimbangan antara

konsentrasi adsorbat yang terserap dengan konsentrasi yang tersisa dalam larutan. Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh I wayan sudiarta, dkk (2011) dengan menggunakan serat sabut kelapa hijau teraktivasi basa NaOH memperoleh nilai aktivasi optimum yaitu 1 M dengan daya serap 21,1 mg/g.

B. Penentuan pH Optimum oleh Biosorben (Serat Sabut Kelapa Hijau)

Penentuan pH optimum biosorben teraktivasi serat sabut kelapa hijau dilakukan pada konsentrasi larutan Cd 20 ppm. Variasi pH yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4 dan 5. Berdasarkan Lampiran, maka rata-rata hasil pengukuran daya adsorpsi biosorben aktif serat sabut kelapa hijau terhadap variasi pH dapat dilihat pada garfik berikut.



Gambar 4.2. Grafik Hubungan antara variasi pH dengan adsorpsi biosorben serat sabut kelapa hijau terhadap Cd.

Pada grafik 4.2 menunjukan bahwa pH tertinggi yang diperoleh biosorben aktif serat sabut kelapa hijau terhadap Cd ditunjukan pada pH 2 dengan daya

adsorpsinya yaitu 19,6 mg/L. Grafik penyerapan Cd oleh biosorben serat sabut kelapa hijau teraktivasi pada berbagai variasi pH dapat dilihat pada gambar grafik berikut.

Kemampuan penyerapan suatu biosorben dapat dipengaruhi oleh pH larutan. Hal ini berhubungan dengan protonasi atau deprotonasi permukaan sisi aktif dari sorben. Menurut Riapanitra (2006) pH akan mempengaruhi muatan permukaan adsorben, derajat ionisasi dan spesi apa saja yang dapat terserap dalam adsorpsi tersebut. Nilai pH juga dapat mempengaruhi kesetimbangan kimia, baik pada adsorbat maupun adsorben. Dalam variasi pH ini kemungkinan ikatan kimia antara adsorbat dan adsorben dapat terjadi.

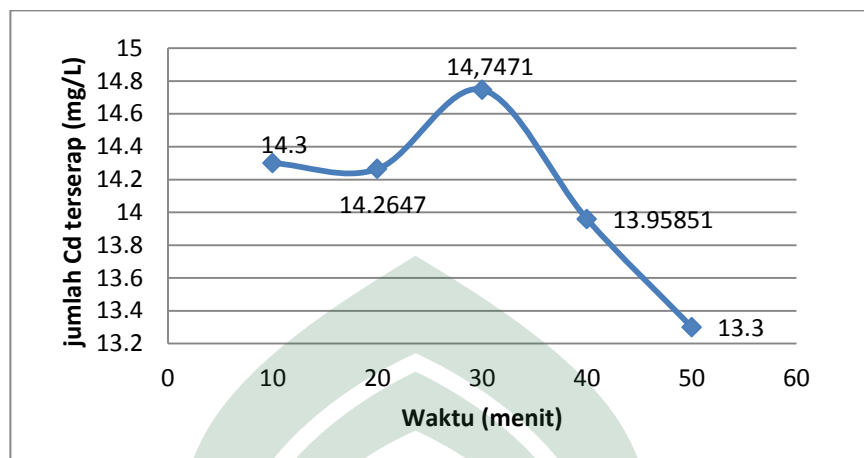
Pada gambar grafik 4.2 terlihat bahwa penyerapan tertinggi Cd adalah pada pH 2, dengan nilai efisiensi penyerapan yaitu 19,6 mg/L. Pada penentuan pH nilai yang terserap oleh biosorben sangat kecil yaitu berkisar 0,1-0,2 mg/g. Hasil yang diperoleh tersebut belum menunjukkan perubahan yang signifikan terhadap penyerapan, sehingga pada penentuan pH hampir tidak terdapat pengaruh yang besar terhadap penyerapan Cd. Hal ini dapat terjadi karena pada pH asam ion-ion mengalami gaya saling tolak menolak, sebagaimana yang dikemukakan oleh Sembiring (2009), pada pH rendah penyerapan terhadap semua ion logam rendah. Hal ini dikarenakan pada permukaan adsorben dikelilingi oleh ion H^+ . Dalam kondisi asam permukaan adsorben juga bermuatan positif, sehingga menyebabkan terjadi tolakan antara permukaan adsorben dengan ion logam, sehingga adsorpsinya pun menjadi rendah.

Sebagaimana yang dikemukakan oleh Refilda, dkk (2001), pada pH basa, ion-ion logam dapat membentuk endapan hidroksida sehingga efisiensi penyerapannya sukar untuk ditentukan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada kisaran pH asam dan basa penyerapan Cd oleh serat sabut kelapa kurang efektif. Hal inilah yang menyebabkan proses penyerapan tidak optimal

Berdasarkan teori, pada umumnya adsorpsi bertambah pada kisaran pH dimana suatu senyawa organik bermuatan netral sehingga interaksi ion yang akan berikatan dapat terjadi dengan baik. Sebagaimana hasil penelitian yang dilakukan oleh Ratna Dewi (2012), menggunakan batang jerami sebagai biosorben dalam penyisihan Cd dalam air memperoleh pH optimum yaitu pada pH 7. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada kisaran pH asam dan basa proses adsorpsi oleh serat sabut kelapa hijau kurang efektif.

C. Penentuan waktu optimum oleh Biosorben (Serat Sabut Kelapa Hijau)

Penentuan waktu optimum biosorben serat sabut kelapa hijau teraktivasi terhadap Cd dilakukan dengan memvariasikan waktu kontak yaitu dimulai dari 10, 20, 30, 40 dan 50 menit dengan konsentrasi logam Cd yang digunakan yaitu 20 ppm. Pengukuran variasi waktu kontak larutan Cd dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom. Data hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada Lampiran. Berdasarkan pengolahan data pada Lampiran, maka Cd yang teradsorpsi pada biosorben serat sabut kelapa hijau dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.3. Grafik hubungan antara variasi waktu kontak biosorben serat sabut kelapa hijau terhadap daya adsorpsi Cd (mg/L).

Pada grafik 4.3 menunjukkan bahwa waktu optimum penyerapan biosorben serat sabut kelapa hijau teraktivasi yang dikontakkan dengan logam Cd 20 ppm yaitu 14,7471 mg/L, logam Cd yang terserap oleh biosorben teraktivasi pada variasi konsentrasi meningkat dengan naiknya waktu kontak.

Penentuan waktu kontak optimum adsorpsi bertujuan untuk mengetahui waktu minimum yang dibutuhkan oleh biosorben dalam menyerap logam Cd secara maksimum sampai tercapai keadaan jenuh. Keadaan jenuh apabila biosorben direaksikan dengan larutan logam Cd melewati waktu setimbangnya sehingga biosorben tidak mampu lagi menyerap logam tersebut.

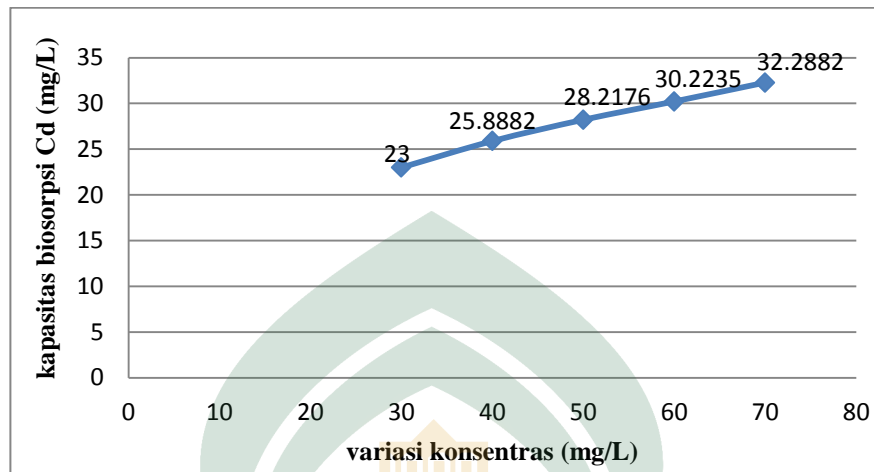
Berdasarkan grafik 4.3, Penyerapan optimum terjadi pada waktu 30 menit dengan efisiensi penyerapannya 14,7471 mg/L. Pada keadaan awal waktu interaksi 10 menit sampai 20 menit logam yang terserap mengalami sedikit penurunan hingga kemudian terus meningkat hingga mencapai titik optimum yaitu pada waktu 30

menit, tetapi setelah diinteraksikan 40-50 menit jumlah logam Cd yang terserap telah mengalami penurunan. Keadaan ini sesuai dengan teori bahwa kerja biosorben dalam mengadsorpsi kontaminan. Proses adsorpsi akan berhenti jika telah terjadi kesetimbangan dimana kadar adsorbat dalam larutan dan bahan adsorben tetap. Dalam hal ini gugus aktif hidroksil (-OH) dari selulosa telah mengalami kesetimbangan sehingga larutan jenuh dan tidak mampu lagi menyerap logam dengan optimal. Waktu yang diperoleh pada penelitian ini sedikit lebih lambat dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Anasthasia, dkk (2014), menggunakan kulit buah naga untuk menyerap logam Cd dalam larutan memperoleh hasil waktu kontak optimum lebih cepat yaitu pada menit ke-20.

Demikian halnya teori yang dikemukakan oleh Sukardjo (1990) bahwa jika dalam larutan ada dua zat atau lebih, zat yang satu akan diserap lebih kuat dibanding zat yang lainnya. Jumlah zat yang diserap setiap berat adsorben tergantung konsentrasi dari zat terlarut walaupun demikian bila adsorbennya sudah jenuh maka konsentrasi tidak lagi berpengaruh.

D. Penentuan kapasitas Adsorpsi oleh Biosorben (Serat Sabut Kelapa Hijau)

Penentuan waktu optimum biosorben serat sabut kelapa hijau teraktivasi dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi Cd yaitu, 30, 40, 50, 60 dan 70 ppm. Pengukuran kapasitas adsorpsi larutan Cd dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer serapan atom. Data hasil pengukuran tersebut dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.4. grafik hubungan variasi konsentrasi (mg/L) terhadap kapasitas biosorpsi

Berdasarkan grafik 4.4 dapat dilihat bahwa hasil penyerapan Cd meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi logam. penyerapan tertinggi diperoleh pada konsentrasi 70 ppm yaitu 32,2882 mg/L. Sedangkan penyerapan terendah diperoleh pada konsentrasi terendah 30 ppm yaitu 23 mg/L. Hal ini dapat dilihat pada grafik berikut.

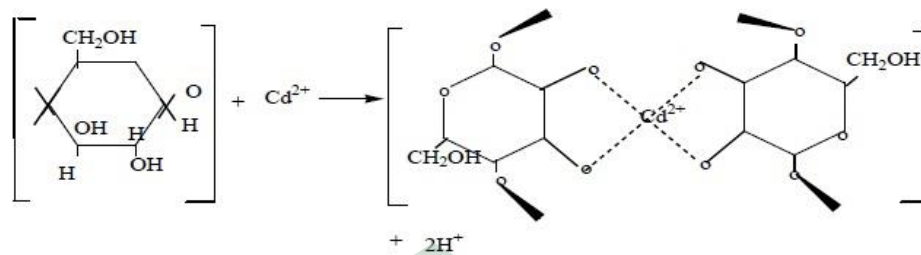
Penentuan kapasitas biosorpsi bertujuan untuk mengetahui kemampuan penyerapan biosorben terhadap logam Cd. Pada tahap ini, waktu dan pH yang digunakan adalah waktu dan pH maksimum yang diperoleh pada penentuan pH optimum dan waktu kontak optimum hasil penentuan variasi pH dan waktu.

Berdasarkan gambar grafik 4.4 menunjukkan nilai kapasitas penyerapan yang dihasilkan cukup baik, nilai penyerapan naik seiring dengan naiknya konsentrasi. Dimana nilai paling rendah yang diperoleh yaitu pada konsentrasi 30 ppm dengan

nilai penyerapan sebesar 23 mg/L. Kemudian nilai tertinggi penyerapan Cd yaitu pada konsentrasi 70 ppm dengan nilai penyerapan sebesar 32,2882 mg/L.

Dengan bertambahnya konsentrasi ion logam Cd pada proses penyerapan, maka semakin meningkat pula adsorpsi yang terjadi pada serat kelapa. pada grafik hasil yang diperoleh belum menunjukkan titik optimum tetapi titik tertinggi penyerapan, karena pada keadaan ini belum terjadi kejenuhan dimana gugus aktif hidroksil (-OH) dari selulosa masih mampu menyerap logam Cd dengan konsentrasi Cd yang lebih tinggi. Sehingga logam Cd masih dapat terikat oleh selulosa pada serat kelapa.

Kapasitas biosorpsi ion adalah jumlah gugus yang dapat dipertukarkan dalam adsorben. Besarnya nilai kapasitas adsorpsi suatu biosorben bergantung dari jumlah gugus-gugus ion yang dapat ditukarkan dalam setiap gram biosorben tersebut. Semakin besar jumlah gugus-gugus tersebut semakin besar pula nilai kapasitas penyerapannya. Hasil yang diperoleh pada penentuan kapasitas ini telah sesuai teori, dimana grafik pada gambar diatas menunjukkan hasil yang berbanding lurus yaitu semakin tinggi konsentrasi, maka jumlah Cd yang terserappun semakin besar. Hal ini pun dapat dilihat dari nilai keakuratan yang diperoleh, berdasarkan hasil perhitungan nilai R yang diperoleh yaitu 0,995. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai R maka tingkat kesalahan semakin kecil. Berikut merupakan mekanisme reaksi yang terjadi antara gugus-gugus yang terdapat pada selulosa terhadap logam Cd.



Gambar 4.5. Reaksi pengkhelatan antara selulosa dan Cd

Mekanisme serapan yang terjadi antara gugus -OH yang terikat pada permukaan, dengan ion logam yang bermuatan positif merupakan mekanisme pertukaran ion. Interaksi antara gugus -OH dengan ion logam juga memungkinkan melalui mekanisme pembentukan kompleks koordinasi, karena atom oksigen pada gugus -OH mempunyai pasangan elektron bebas. Ikatan antara ion Cd^{2+} dengan -OH pada selulosa melalui pembentukan ikatan koordinasi, dimana pasangan elektron bebas dari O pada OH akan berikatan dengan ion logam Cd^{2+} membentuk ikatan kompleks melalui ikatan kovalen.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan penelitian maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Aktivasi tertinggi serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) untuk mengadsorpsi logam cd adalah pada aktivasi 1,8 M dengan nilai penyerapan 11,2310 mg/L.
2. pH tertinggi serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) untuk mengadsorpsi logam Cd adalah pada pH 2 dengan nilai penyerapan sebesar 19,6 mg/L.
3. Waktu kontak optimum serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) untuk mengadsorpsi logam Cd adalah 30 menit dengan nilai penyerapan sebesar 14,7471 mg/L.
4. Kapasitas biosorpsi yang diperoleh serat sabut kelapa hijau (*Cocos nucifera*) terhadap konsentrasi logam Cd tertinggi adalah pada konsentrasi 70 ppm dengan nilai kapasitas 32,2882 mg/L dan pada penyerapan terendah terjadi pada konsentrasi 30 ppm dengan nilai kapsitas 23 mg/L.

B. Saran

Untuk memperbaiki dan mengembangkan penelitian selanjutnya, maka disarankan agar:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aktivasi biosorben serat sabut kelapa hijau menggunakan asam.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan mengubah biosorben serat sabut kelapa hijau menjadi karbon aktif agar dapat diketahui perbedaan penyerapannya.

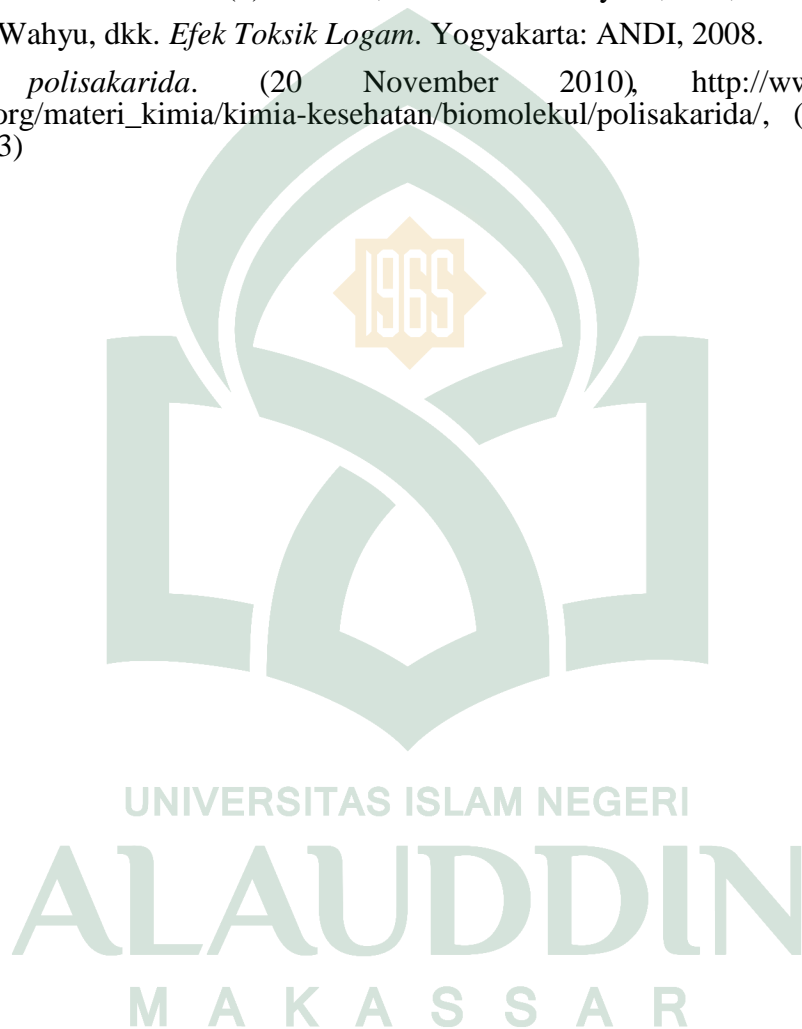


DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Rukaesih. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: ANDI, 2004.
- Agustina, Dewi. *Kadar Lignin dan Tipe Monomer Penyusun Lignin pada kayu Akasia*. Skripsi Fakultas Kehutanan. Bogor: Institut Pertanian Bogor, 2009.
- Dananto, Y C. dan Samun T. *Pengaruh Aktivasi Karbon Dari Sekam Padi Pada Proses Adsorpsi Logam Cr (VI)*. EKUILIBRUM. Vol. 7. No. 1. Fakultas Teknik. Surakarta, 2008.
- Departemen Agama Republik Indonesia. *Al-Quran dan Terjemahannya*. Bandung: Diponegoro, 2008.
- Dewi, Ratni. *Penyisihan Kadmium Dalam Air Dengan Menggunakan Adsorben batang Jerami*. Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe. Lhokseumawe. 2012.
- E. Himmel, Michael *et al.* *Biomass Recalcitrance: Engineering Plants and Enzymes for Biofuels Production*. Jurnal Internasional, Vol. 315. SCIENCE, 2007.
- Hendayana, Rafilda, dkk. *Materi Pokok kimia Analitik Instrumen*. Universitas Terbuka: Jakarta, 2001.
- H. Sugiyarto, Kristian. *Kimia Anorganik II*. Universitas Negeri Yogyakarta: JICA, 2003.
- Khalifah, Susi Nurul. *Studi Keseimbangan Adsorpsi Merkuri (II) Pada Biomassa Daun Enceng Gondok (Eichhornia crassipes) yang Diimobilisasi Pada Matriks Polisilikat*. Skripsi Fakultas Sains dan Teknologi. Malang: UIN Malang, 2007.
- Khopkar, S.M. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI-Press, 2007.
- Krismastuti, dkk. *Adsorpsi Ion Logam Cadmium Dengan Silika Modifikasi*. Laporan Hasil Penelitian Pusat Penelitian Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Tangerang, 2008.
- Kusnandar, Feri. *Kimia Pangan*. Jakarta: Dian Rakyat, 2010.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*. (2010). http://www.litbang.depkes.go.id/sites/download/regulasi/permenkes/Permenkes_492-th-2010.pdf, (18 Oktober 2013).
- Messel, R.I. *Principles of Adsorption and reaction on Solid Surfaces*. First Edition, John Wiley and Sons. Illionis
- Nurahma, Andi. *Analisis kandungan zat Besi (Fe) pada Daun Dan Buah kelor Yang ada di Desa Mattajang Kecamatan Dua Bocoe kabupaten Bone*. Skripsi. Makassar: UIN Alauddin, 2010.

- Okafor, P.C *et. al.* *Adsorption Capacity of Coconut (Cocos nucifera L.) Shell for Lead, Copper, Cadmium and Arsenic from Aqueous Solutions*. Department of Chemistry, School of Mathematical and Physical Sciences, North-West University, Int. J. Electrochem. Sci, 7, 2012.
- Palar, Heryando. *Pencemaran dan Toksisitas Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta, 2004.
- Pertiwi, Dini dan Welly Herumurti. *Studi pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Karbon Aktif Untuk Menurunkan Konsentrasi Fenol*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2009.
- Pino, G.H, *et. al.* *Biosorption of Cadmium by Green Coconut Shell Powder*. Metallurgi and Material, 225-Gavea. Rio de Janeiro-RJ, Brazil, 2005.
- Rahmayanti, Prima Vinka. "Optimasi pH dan Waktu Kontak Biosorpsi Zat Warna Remazol Yellow Oleh Biomassa *Rhizopus Oryzae* Aktif Dan Terimobilisasi". *Skripsi* (Jurusan Kimia FMIPA) Surakarta: Universitas Sebelas Maret, 2007.
- S. Arbintarso, Ellyawan. *Tinjauan Kekuatan Lengkung Papan Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Teknik*. Jurnal Teknologi, Vol. 2, no. 1. Institut Sains & Teknologi Akprind Yogyakarta. Yogyakarta, 2009
- Samin, Supriyanto C dan Zainul Kamal. "Analisis Cemar Logam Berat Pb, Cu dan Cd pada Ikan Air Tawar Dengan Metode Spektrometri Nyala Serapan Atom (SSA)". (Seminar Nasional III, Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan) Yogyakarta: SDM Teknologi Nuklir, 2007.
- Sembiring, Rosdiana. *Adsorpsi Logam Cr (VI) oleh Biomassa Chara Fragilis Menggunakan SSA*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta, 2009.
- Sudiarta, I Wayan dan Dwi Ariani Yulihastuti. *Biosorpsi Kromium (VI) pada serat Sabut Kelapa Hijau (Cocos nucifera)*. Jurnal Kimia 4 (2). FMIPA, Universitas Udayana, Bali, 2010.
-, I Wayan dan Emmy Sahara. *Biosorpsi Cr (III) Pada Biosorben Serat Sabut Kelapa Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH)*. Jurnal Kimia 5 (2). FMIPA, Universitas Udayana, Bali, 2011.
-, I Wayan dan Wahyu Dwijani Sulihingtyas. *Biosorpsi Cr(III) Pada Biosorben Serat Sabut Kelapa Hijau Teramobilisasi EDTA*. Jurnal Kimia 6 (1). FMIPA, Universitas Udayana, Bali, 2012.
- Sukardjo. *Kimia Fisika*. Cet. 3; Jakarta : PT. Rineke Cipta, 1990.
- Tnasal Mulyani, Natasha, dkk. *Biosorpsi Ion Logam Cd(II) Oleh Kulit Buah Naga (hylocereus polyrhizus)*. Jurnal Kimia 4 (3), FMIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar, 2014.
- Tyas, Sekar Insani Sumarning. *Studi Netralisasi Limbah Serbuk sabut Kelapa (cocopeat) Sebagai Media Tanam*. Skripsi Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2000.
- Wahyudi. *Pengaruh Varietas dan Umur Kelapa (Cocos nucifera) Terhadap Tebal, Berat, dan Kadar Serat Nata De Coco*. Skripsi. Jurusan Biologi Fakultas MIPA. Malang: Universitas Negeri Malang, 2009.

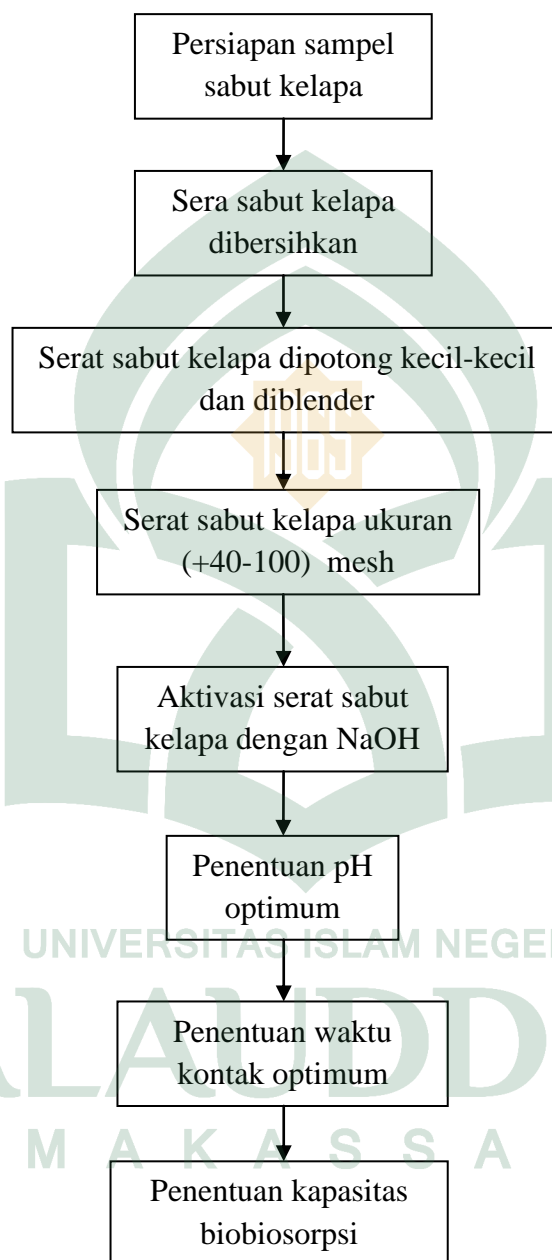
- World Health Organization (WHO). *WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards*. <http://www.who.int/ipcs/publications/methods/harmonization/toolkit.pdf>, (18 Oktober 2013).
- Widihati, I. A. G, dkk. *Karakterisasi Keasaman dan Luas Permukaan Tempurung Kelapa Hijau (Cocos nucifera) dan Pemanfaatannya sebagai Biosorben Ion Cd^{2+}* . Jurnal Kimia 4 (1). FMIPA, Universitas Udayana, Bali, 2010.
- Widowati, Wahyu, dkk. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta: ANDI, 2008.
- Zulfikar. *polisakarida*. (20 November 2010), http://www.chemistry.org/materi_kimia/kimia-kesehatan/biomolekul/polisakarida/, (19 oktober 2013)



LAMPIRAN

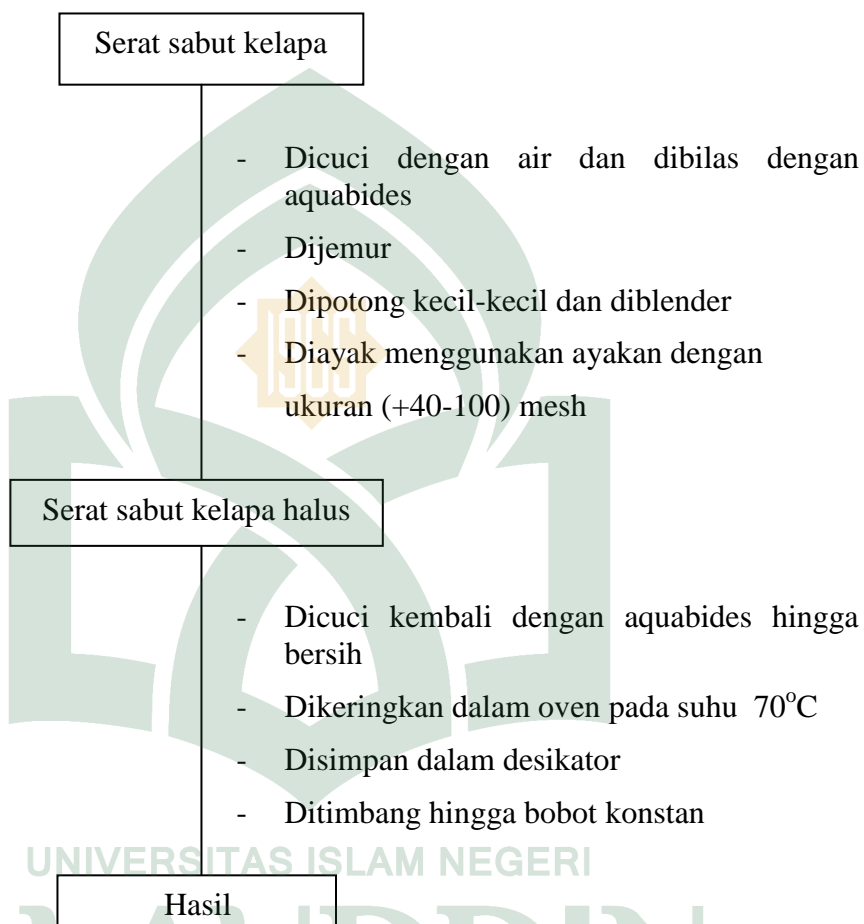


UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

Lampiran 1. Prosedur Penelitian

Lampiran 2. Bagan Kerja

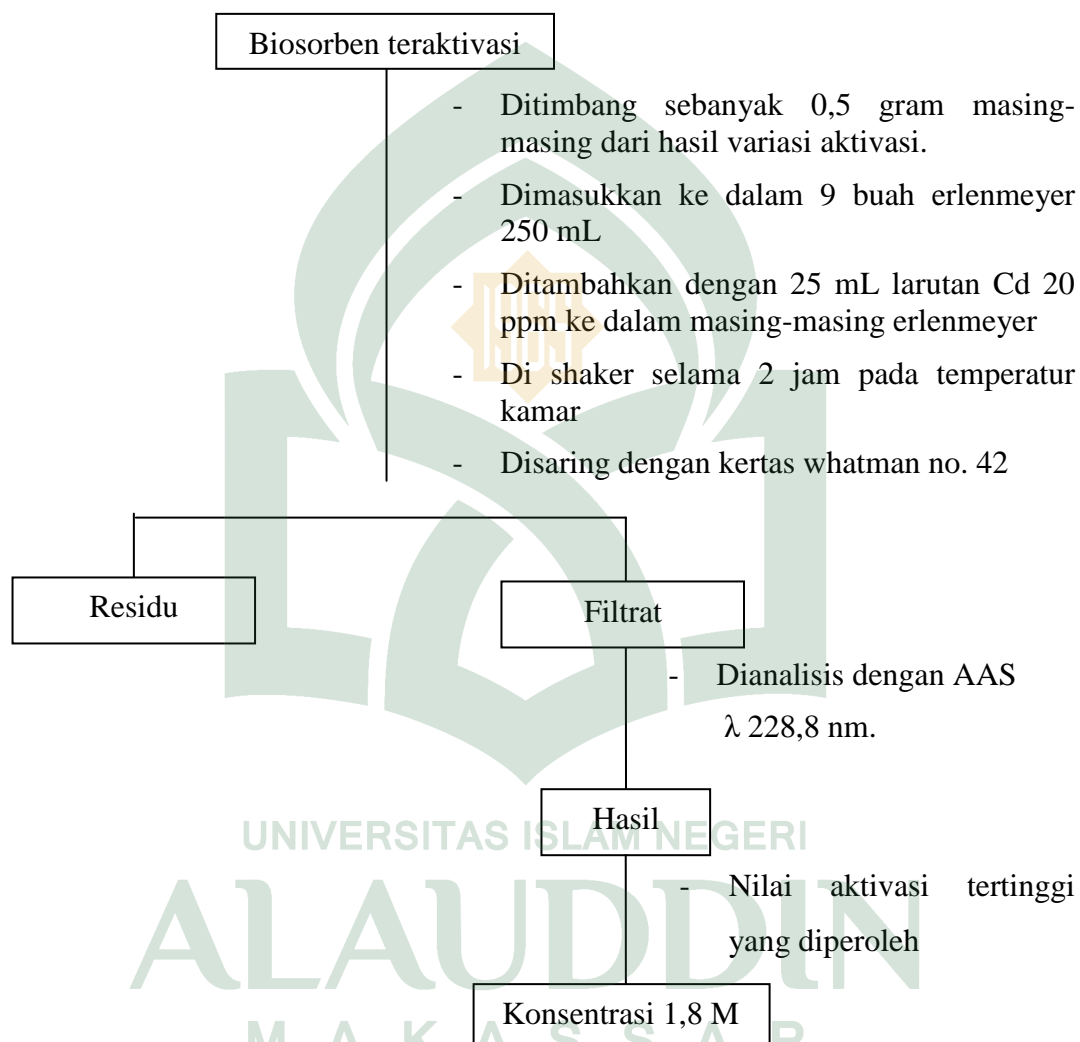
a. Preparasi Biosorben Serat Sabut Kelapa Hijau (Cocos nucifera)



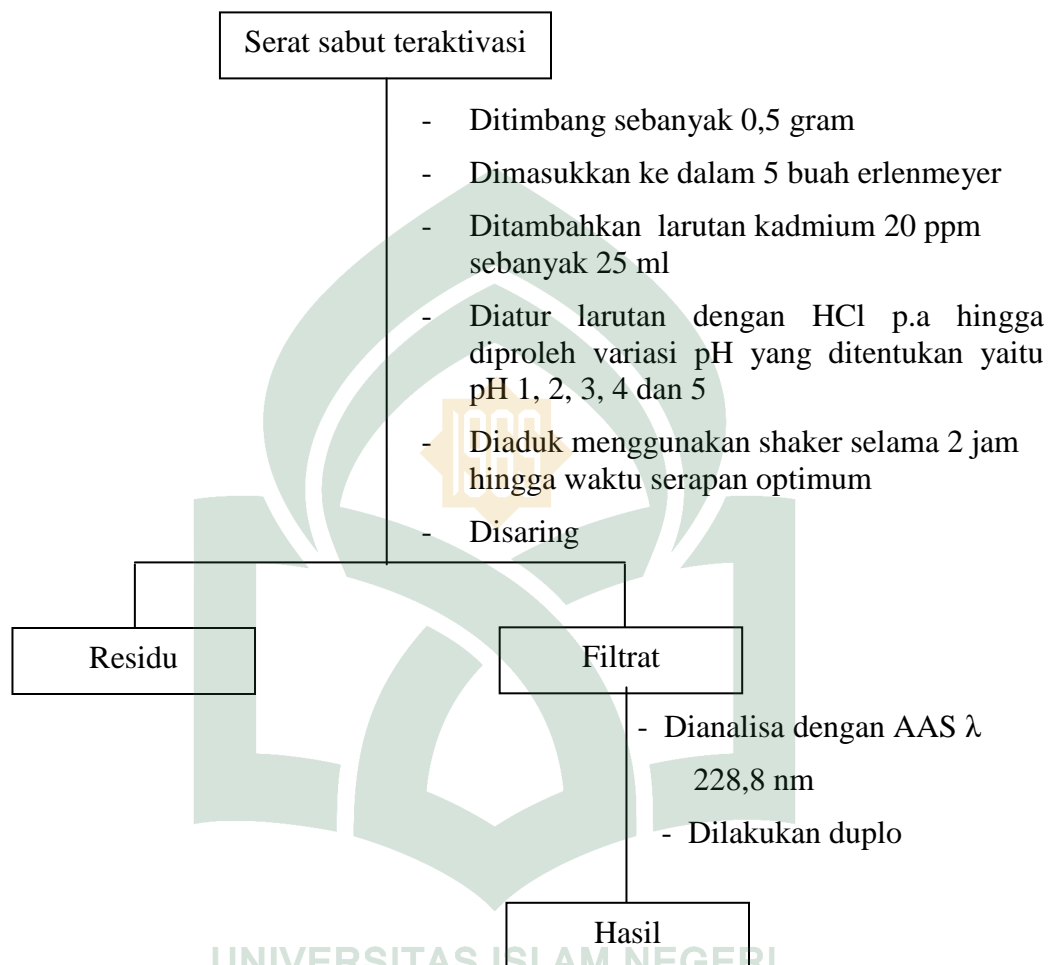
b. Perlakuan Aktivasi Serat Sabut Kelapa Hijau Dengan Natrium Hidroksida (NaOH)



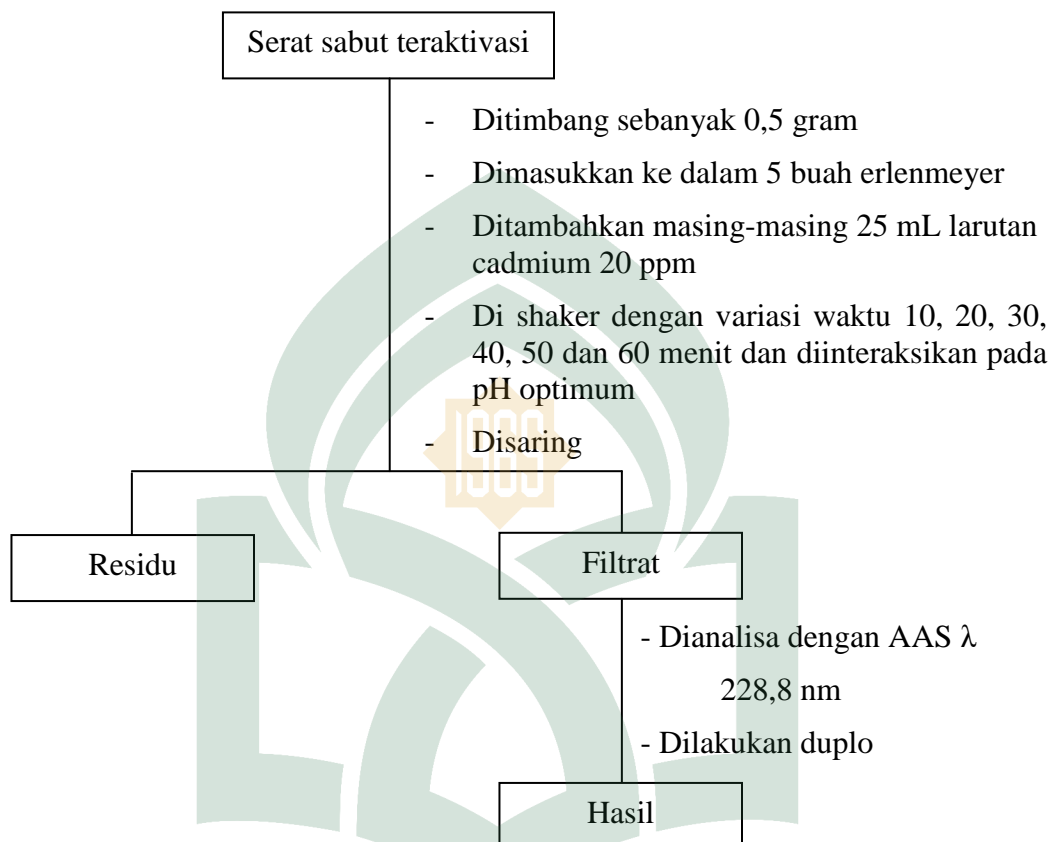
Untuk memperoleh biosorben teraktivasi NaOH optimum dengan Variasi Aktivasi yaitu 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,8 dan 2,0 M :



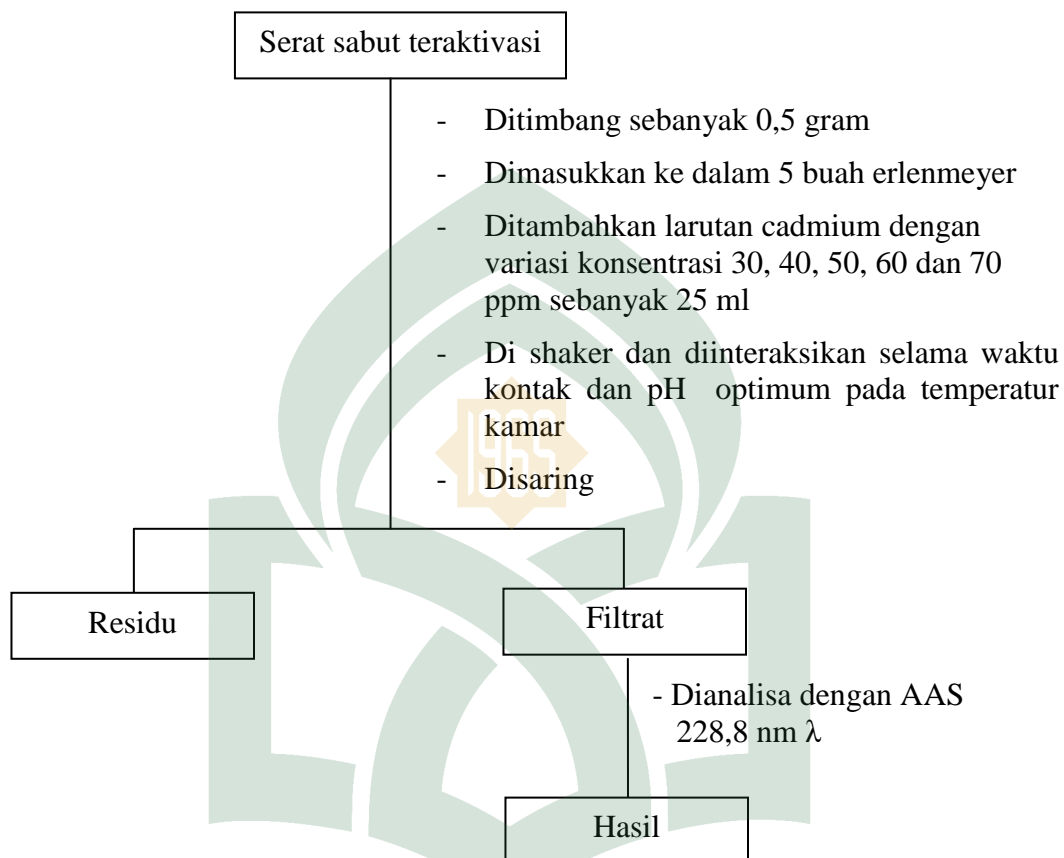
c. Penentuan pH Optimum



d. Penentuan waktu optimum biosorpsi



e. Penentuan Kapasitas Biosorpsi Kadmium (Cd)

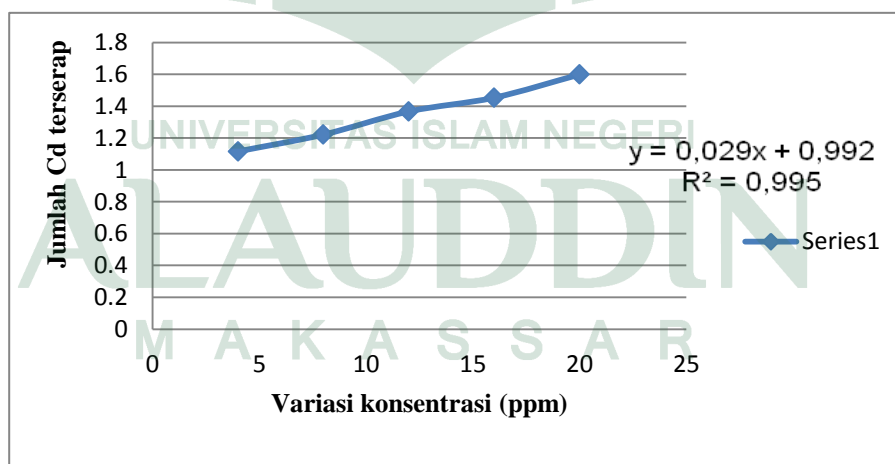


Lampiran 3. Analisa Data

a. Data Hasil Absorbansi Larutan Standar

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	4,0000	1,1160
2	8,0000	1,2215
3	12,0000	1,3666
4	16,0000	1,4534
5	20,0000	1,5987

b. Grafik



c. Data untuk Persamaan Garis linear

No	Konsentrasi (x)	Absorbansi (y)	xi ²	yi ²	x.y
1	4,0000	1,1160	16	1,245456	4,464
2	8,0000	1,2215	64	1,49206225	9,772
3	18,0000	1,3666	144	1,86759556	16,3992
4	16,0000	1,4534	256	2,11498849	23,2688
5	20,0000	1,5987	400	2,55584169	31,974
N=5	$\sum x = 60$	$\sum y = 6,7562$	$\sum x^2 = 880$	$\sum y^2 = 9,27594399$	$\sum x.y = 85,878$

d. Analisa Data

1. Persamaan Linear

$$y = ax + b$$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \\
 &= \frac{5.85,878 - 60.6,7562}{5.880 - (60)^2} \\
 &= \frac{429,39 - 405,372}{4400 - 3600} \\
 &= \frac{23,346}{800} = 0,0299325
 \end{aligned}$$

$$a = 0,029$$

$$b = y \text{ rata-rata} - ax \text{ rata-rata}$$

$$b = 1,35124 - (0,029 \times 12)$$

$$= 1,35124 - 0,3588 = 0,99244 ,$$

$$b = 0,992$$

jadi, persamaan linear yang diperoleh adalah :

$$y = 0,029x + 0,992$$

ket :

y : absorbansi sampel

x : konsentrasi Cd dalam sampel

2. Nilai Regresi (R^2)

$$R^2 = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{((n \sum x^2) - (\sum x)^2)((n \sum y^2) - (\sum y)^2)}}$$

$$R^2 = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{((n \sum x^2) - (\sum x)^2)((n \sum y^2) - (\sum y)^2)}}$$

$$= \frac{5.85,878 - 60.6,7562}{\sqrt{((5 \times 880) - (60)^2)(5 \times 9,27332706) - (6,7562)^2}}$$

$$= \frac{429,318 - 405,372}{\sqrt{((4400) - (3600))(46,3666353) - (45,64623844)}}$$

$$R^2 = \frac{23,946}{\sqrt{800 \times 0,72039686}}$$

$$R^2 = \frac{24,018}{\sqrt{586,785204}}$$

$$R^2 = \frac{23,946}{24,0066134221} = 0,997$$

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

Lampiran 4. Penentuan Nilai Aktivasi

No	Variasi Aktivasi NaOH (M)	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)
1	0,2	1,2939	10,4103
2	0,4	1,2454	8,6397
3	0,6	1,2845	10,1172
4	0,8	1,2029	7,2724
5	1,0	1,2499	8,8931
6	1,2	1,2985	10,5689
7	1,4	1,2976	10,5379
8	1,8	1,3177	11,2310
9	2,0	1,3055	10,8103

Contoh perhitungan untuk variasi aktivasi = 0,2 M

Persamaan garis linear $y = 0,0029 x + 0,992$

Diketahui:

$$\text{Absorbansi} = 1,2939$$

$$\text{Berat sampel} = 0,5000 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$y = 0,029 x + 0,992$$

$$1,2939 = 0,029 x + 0,992$$

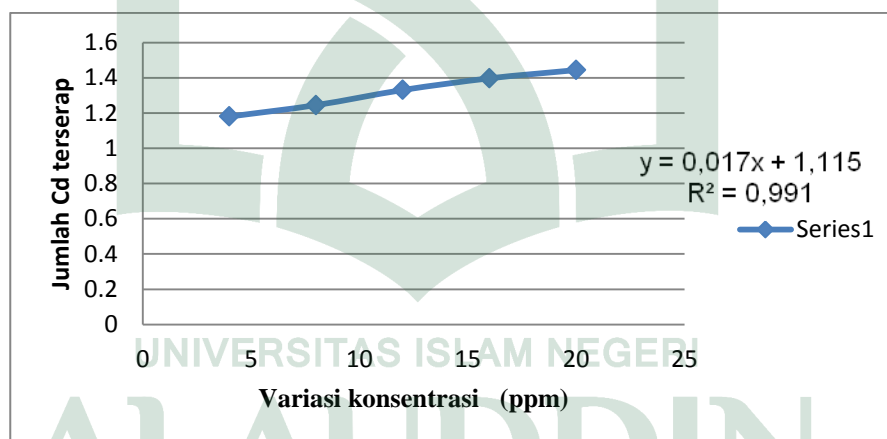
$$x = \frac{1,2939 - 0,992}{0,029} = 10,4103 \text{ mg/L} = 10,4103 \text{ ppm}$$

Lampiran 5. Analisa data

a. Data Hasil Absorbansi Larutan Standar

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	4,0000	1,1798
2	8,0000	1,2447
3	12,0000	1,3305
4	16,0000	1,3968
5	20,0000	1,4437

b. Grafik



c. Data Untuk Persamaan Garis Linear

No	Kosentrasi (x)	Absorbansi (y)	x^2	y^2	$x \cdot y$
1	4,0000	1,1798	16	1,39192804	4,7192
2	8,0000	1,2447	64	1,54927809	9,9576
3	12,0000	1,3305	144	1,77023025	15,966
4	16,0000	1,3968	256	1,95102024	22,3488
5	20,0000	1,4437	400	2,08426969	28,874
N=5	$\sum x = 60$	$\sum y = 6,5955$	$\sum x^2 = 880$	$\sum y^2 = 8,74675631$	$\sum x \cdot y = 81,8656$

d. Analisa Data

1. persamaan garis linear

$$y = ax + b$$

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$a = \frac{5.81,8656 - 60.6,5955}{5.880 - (60)^2}$$

$$a = \frac{409,328 - 395,73}{4400 - 3600}$$

$$a = \frac{13,598}{800}$$

$$a = 0,0169 \rightarrow 0,017$$

$$b = y \text{ rata-rata} - ax \text{ rata-rata}$$

$$b = 1,391 - (0,017.12)$$

$$= 1,3191 - 0,204$$

$$b = 1,1151$$

jadi, persamaan linear yang diperoleh adalah :

$$y = 0,017x + 1,115$$

ket :

y : absorbansi sampel

x : konsentrasi Cd dalam sampel

2. Nilai regresi (R^2)

$$\begin{aligned}
 R^2 &= \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{((n \sum x^2) - (\sum x)^2)((n \sum y^2) - (\sum y)^2)}} \\
 R^2 &= \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{((n \sum x^2) - (\sum x)^2)((n \sum y^2) - (\sum y)^2)}} \\
 &= \frac{5.81,8656 - 60.6,5955}{\sqrt{((5 \times 880) - (60)^2)(5 \times 8,74675631 - (6,5955)^2)}} \\
 &= \frac{409,328 - 395,73}{\sqrt{((4400) - (3600))(43,73378155 - (43,50062025))}} \\
 R^2 &= \frac{13,598}{\sqrt{800 \times 0,2331613}} \\
 R^2 &= \frac{13,598}{\sqrt{186,52904}} \\
 R^2 &= \frac{13,598}{13,6575634723} \\
 &= 0,995
 \end{aligned}$$

Lampiran 6. Data absorbansi dengan Variasi pH

No	Variasi (pH)	Absorbansi	Absorbansi rata-rata	Konsentrasi mg/L
1	1	1,4488	1,4469	19,5235
		1,4450		
2	2	1,4540	1,4482	19,6
		1,4424		
3	3	1,4431	1,4436	19,3294
		1,4440		
4	4	1,4409	1,4313	18,6059
		1,4216		
5	5	1,3616	1,3789	15,5235
		1,3962		

Contoh perhitungan untuk pH = 1

Persamaan garis linear $y = 0,017 x + 1,115$

Diketahui:

Absorbansi rata-rata = 1,4469

Berat sampel = 5,0001 gram

Penyelesaian:

$$y = 0,017 x + 1,115$$

$$1,4469 = 0,017 x + 1,115$$

$$x = \frac{1,4469 - 1,115}{0,017}$$

$$= 19,5235 \text{ mg/L}$$

Lampiran 7. Data Absorbansi dengan Variasi waktu kontak

No	Variasi waktu (menit)	Absorbansi	Absorbansi rata-rata	Konsentrasi (mg/L)
1	10	1,3582	1,3581	14,3
		1,3579		
2	20	1,3579	1,3575	14,2647
		1,3751		
3	30	1,3778	1,3657	14,7471
		1,3536		
4	40	1,3805	1,3523	13,9585
		1,3240		
5	50	1,3836	1,3411	13,3
		1,2985		

Contoh perhitungan untuk waktu = 10 menit

Persamaan garis linear $y = 0,017 x + 1,115$

Diketahui:

Absorbansi rata-rata = 1,3581

Berat sampel = 5,0001 gram

Penyelesaian:

$$y = 0,017 x + 1,115$$

$$1,4469 = 0,017 x + 1,115$$

$$x = \frac{1,3581 - 1,115}{0,017}$$

$$= 14,3 \text{ mg/L}$$

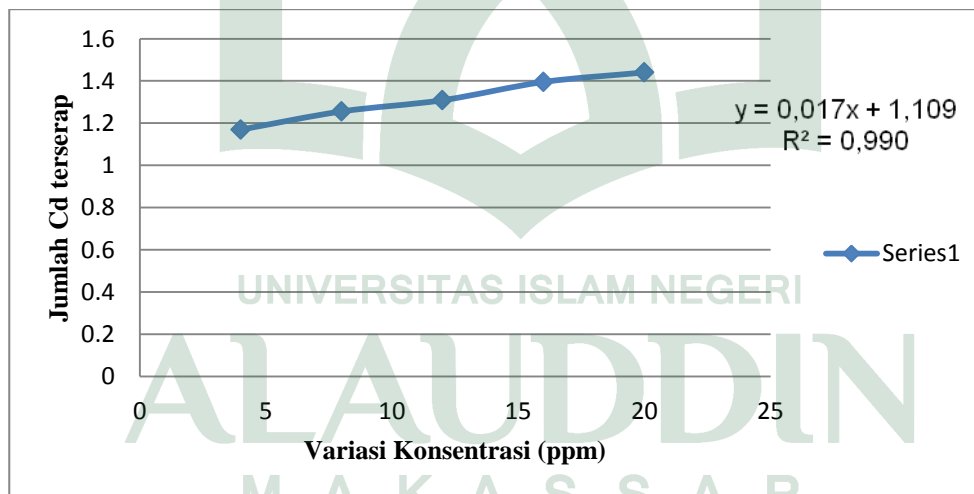
$$= 14,3 \text{ ppm}$$

Lampiran 8. Analisa data

a. Data Hasil Absorbansi Larutan Standar

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
1	4,0000	1,1692
2	8,0000	1,2555
3	12,0000	1,3087
4	16,0000	1,3951
5	20,0000	1,4402

b. Grafik



c. Data Untuk Persamaan Garis Linear

No	Konsentrasi (x)	Absorbansi (y)	x^2	y^2	$x \cdot y$
1	4,0000	1,1692	16	1,36702864	4,6768
2	8,0000	1,2555	64	1,57628025	10,044
3	18,0000	1,3087	144	1,71269569	15,7044
4	16,0000	1,3951	256	1,94630401	22,3216
5	20,0000	1,4402	400	2,07417604	28,804
N=5	$\sum x = 60$	$\sum y = 6,5687$	$\sum x^2 = 880$	$\sum y^2 = 8,67648463$	$\sum x \cdot y = 81,5508$

d. Analisa Data

1. persamaan garis linear

$$y = ax + b$$

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

$$a = \frac{5.81,5508 - 60.6,5687}{5.880 - (60)^2}$$

$$a = \frac{407,754 - 394,122}{4400 - 3600}$$

$$a = \frac{13,632}{800}$$

$$a = 0,017$$

$$b = y \text{ rata-rata} - ax \text{ rata-rata}$$

$$\begin{aligned} b &= 1,3137 - 0,017.12 \\ &= 1,3137 - 0,204 = 1,109 \end{aligned}$$

jadi, persamaan linear yang diperoleh adalah :

$$y = 0,017x + 1,109$$

ket :

y : absorbansi sampel

x : konsentrasi Cd dalam sampel

2. Nilai regresi (R^2)

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{((n \sum x^2) - (\sum x)^2)((n \sum y^2) - (\sum y)^2)}} \\ &= \frac{5.81,5508 - 60.6,5687}{\sqrt{((5 \times 880) - (60)^2)(5 \times 8,67648463 - (6,5687)^2)}} \\ &= \frac{407,754 - 394,122}{\sqrt{((4400) - (3600))(43,38242315 - (43,14781969))}} \\ R^2 &= \frac{13,632}{\sqrt{800 \times 0,2340346}} \\ R^2 &= \frac{13,632}{\sqrt{187,682768}} \\ R^2 &= \frac{13,632}{13,6997} \\ &= 0,995 \end{aligned}$$

**Lampiran 9. Data Kapasitas Biosorpsi Cd oleh Serat Sabut Kelapa Hijau
Teraktivasi**

No	Konsentrasi	Absorbansi	Konsentrasi (mg/L)
1	30	1,5000	23
2	40	1,5491	25,8882
3	50	1,5886	28,2176
4	60	1,6228	30,2235
5	70	1,6579	32,2882

Contoh perhitungan untuk kapasitas biosorpsi = 30 ppm

Persamaan garis linear $y = 0,017 x + 1,109$

Diketahui:

Absorbansi rata-rata = 1,5000

Berat sampel = 0,5000 gram

Penyelesaian:

$$y = 0,017 x + 1,109$$

$$1,4469 = 0,017 x + 1,109$$

$$x = \frac{1,5000 - 1,109}{0,017}$$

$$= 23 \text{ mg/L}$$

$$= 23 \text{ ppm}$$

Lampiran 10. Perhitungan Pembuatan Larutan

a. Pembuatan larutan baku induk Cd 1000 ppm

Diketahui:

$$\text{Volume setelah pengenceran (V}_2\text{)} = 250 \text{ ml}$$

$$\text{Konsentrasi setelah pengenceran (M}_2\text{)} = 20 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi yang diencerkan (M}_1\text{)} = 1000 \text{ ppm}$$

Ditanyakan : Volume yang diencerkan (V₁) =?

Penyelesaian :

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 250 \text{ mL} \times 20 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{250 \text{ mL} \times 20 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 5 \text{ mL}$$

Larutan baku induk Cd 1000 ppm dipipet 5 mL dimasukkan kedalam labu takar 250 mL, kemudian diimpitkan hingga batas garis dan dihomogenkan. Larutan baku kerja tersebut 20 ppm.

b. Pembuatan larutan baku induk Cd 100 ppm

Diketahui:

$$\text{Volume setelah pengenceran (V}_2\text{)} = 100 \text{ ml}$$

$$\text{Konsentrasi setelah pengenceran (M}_2\text{)} = 100 \text{ ppm}$$

$$\text{Konsentrasi yang diencerkan (M}_1\text{)} = 1000 \text{ ppm}$$

Ditanyakan : Volume yang diencerkan (V_1) =?

Penyelesaian :

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

$$V_1 \times 1000 \text{ ppm} = 100 \text{ mL} \times 100 \text{ ppm}$$

$$V_1 = \frac{100 \text{ mL} \times 100 \text{ ppm}}{1000 \text{ ppm}}$$

$$V_1 = 10 \text{ mL}$$

Dipipet sebanyak 10 mL larutan baku induk Cd 1000 ppm, kemudian dimasukkan kedalam labu takar 100 mL dan diimpitkan hingga tanda batas dengan menggunakan aquabides. Larutan tersebut adalah larutan baku kerja 100 ppm.

c. Pembuatan Larutan Induk Kadmium (Cd) 1000 ppm

Diketahui:

$$\text{Atom relatif Cd} = 112$$

$$\text{Massa relatif Cd(NO}_3)_2 = 236$$

$$\text{Volume} = 100 \text{ mL}$$

Ditanya : gram yang ditimbang ...?

Penyelesaian:

$$\text{ppm} = \frac{\text{ArCd}}{\text{Cd(NO}_3)_2} \times \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

$$1000 = \frac{112}{236} \times \frac{\text{mg}}{0,1}$$

$$\text{mg} = \frac{23600}{112}$$

$$= 210,71 \text{ mg}$$

$$= 0,2107 \text{ gram}$$

Pembuktian 1000 ppm

$$\text{ppm} = \frac{Ar_{Cd}}{Cd(NO_3)_2} \times \frac{mg}{L}$$

$$\text{ppm} = \frac{112}{236} \times \frac{210,71}{0,1}$$

$$\text{ppm} = 0,4746 \times 210,71$$

$$= 1000,02 \text{ ppm}$$

d. Pembuatan larutan NaOH (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4; 1,8; 2,0) M

-Contoh pembuatan larutan NaOH 0,2 M dalam 100 mL aquabides

Diketahui:

$$M = 0,2 \text{ mol/L}$$

$$L = 100 \text{ mL} = 0,1 \text{ L}$$

$$Mr \text{ NaOH} = 40 \text{ gr/mol}$$

Ditanyakan: gr = ...?

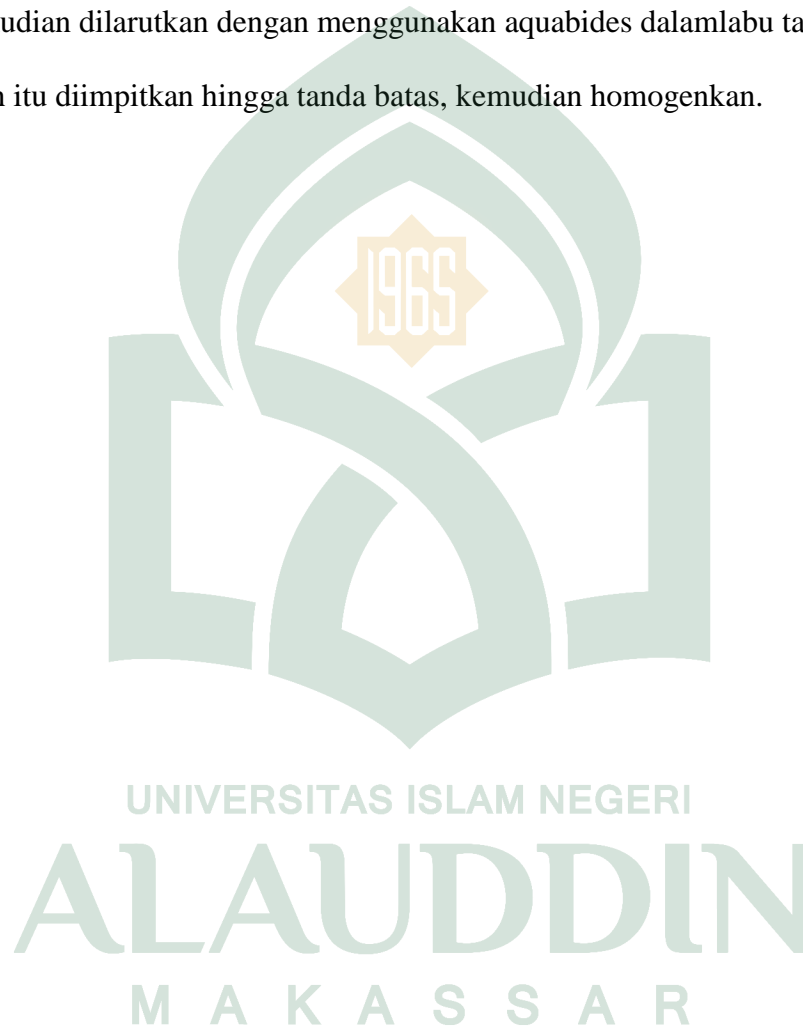
Penyelesaian :

$$\text{gr} = M \times L \times Mr$$

$$= 0,2 \text{ mol/L} \times 0,1 \text{ L} \times 40 \text{ gr/mol}$$

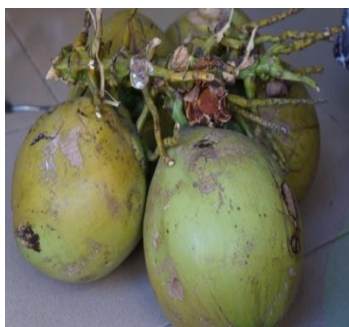
$$= 0,8 \text{ gram}$$

Jadi, pembuatan larutan NaOH 0,2 M yaitu, menimbang NaOH padatan sebanyak 0,8 gram. Kemudian dilarutkan dengan menggunakan aquabides dalam labu takar 100 mL, setelah itu diimpitkan hingga tanda batas, kemudian homogenkan.



Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian

1. Preparasi Sampel Serat Sabut Kelapa Hijau



Buah kelapa yang masih utuh



sabut kelapa



Serat sabut kelapa serat

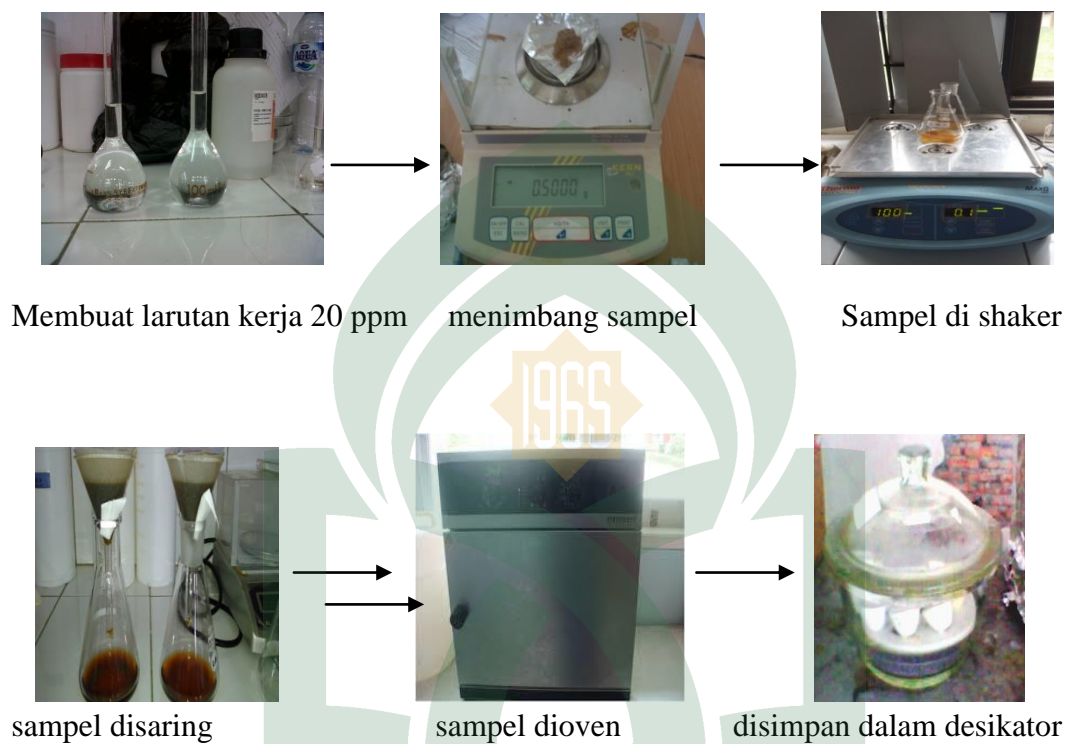


serat kelapa yang telah dipotong kecil-kecil

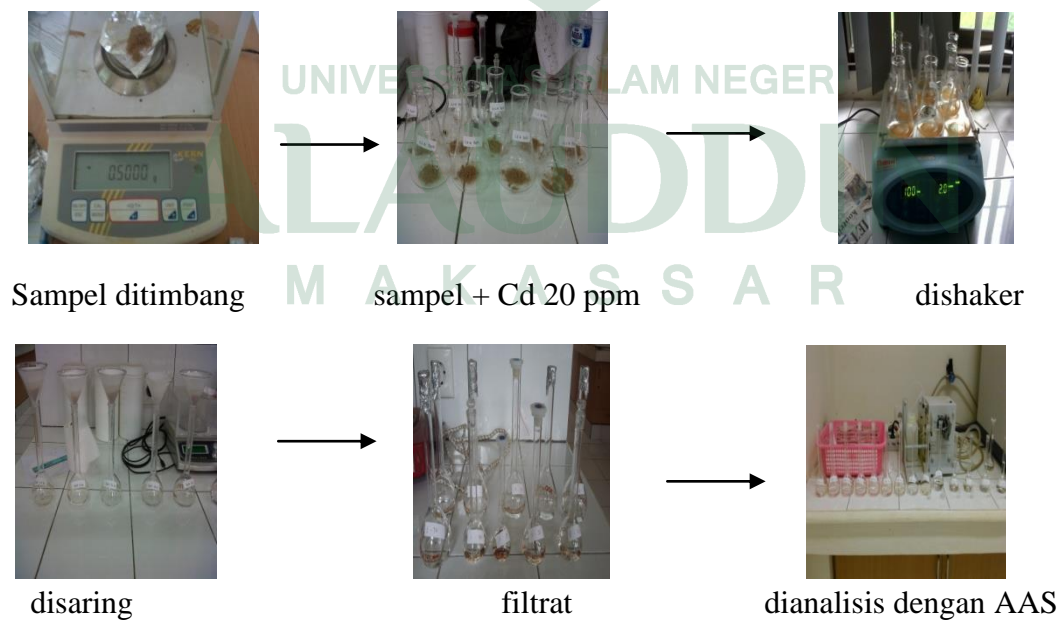


Serat kelapa yang telah diayak dengan sieve shaker

2. Penentuan aktivasi optimum



Penentuan Aktivasi optimum:



3. Penentuan pH dan Waktu optimum



Sampel ditimbang



larutan Cd 20 ppm



Ditambahkan kedalam sampel



ditentukan pH



Dishaker dengan variasi waktu



disaring



Filtrat hasil saringan



sampel dianalisis dengan AAS

4 . Penentuan kapasitas biosorpsi



Sampel ditimbang



ditambahkan Cd (30, 40, 50, 60, dan 70 ppm)



Sampel dishaker



sampel disaring



Filtrat hasil saringan



dianalisis dengan AAS